

Translation
09/888384

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

RECEIVED
AUG 13 2003
TECHNOLOGY CENTER 2800

Applicant's or agent's file reference 1998 P 6012 P	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/04125	International filing date (day/month/year) 29 December 1999 (29.12.99)	Priority date (day/month/year) 29 December 1998 (29.12.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F21V 8/00		
Applicant OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 5 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 27 July 2000 (27.07.00)	Date of completion of this report 02 November 2000 (02.11.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE99/04125

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-19, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____,
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1-25, filed with the letter of 27 July 2000 (27.07.2000),
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/8-8/8, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 99/04125

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-25	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-25	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-25	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claims 1, 18, 20 and 22

Document US-A-5 039 207 (D1) is considered the closest prior art and discloses a light source element in which, on a front side which is not fitted with a reflecting surface, a light source (5, 6, 7) is arranged on a light input surface (3 4) oriented at an acute angle to one of the main extension directions of the optical waveguide, and the light output surface is normal thereto. The other front side (10) and the side (11) opposite to the light output surface are covered with reflecting or diffusely back-scattering reflectors.

The problem addressed consists in improving backlighting in different ambient conditions (page 3, paragraphs 4 and 5).

The solution to this problem consists in selecting the lateral surfaces as light input surfaces and in also covering the lateral surfaces with reflectors.

The searched prior art does not give any indication of this configuration of a light source element and the content of Claim 1 therefore appears to meet the requirements of PCT Article 33.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/04125

Claim 18 concerns a liquid crystal display with a corresponding light source element, and Claims 20 and 22 concern methods for producing such a light source element. They therefore also appear to meet the requirements of PCT Article 33.

Claims 2-17, 19, 21 and 23-25

The features of dependent Claims 2-17, 19, 21 and 23-25 are corresponding developments and these claims therefore likewise appear to meet the requirements of PCT Article 33.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/04125

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite document D1 and does not indicate the relevant prior art disclosed therein.

PCT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
 United States Patent and Trademark
 Office
 Box PCT
 Washington, D.C. 20231
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 30 August 2000 (30.08.00)	
International application No. PCT/DE99/04125	Applicant's or agent's file reference 1998 P 6012 P
International filing date (day/month/year) 29 December 1999 (29.12.99)	Priority date (day/month/year) 29 December 1998 (29.12.98)
Applicant BACHL, Bernhard et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

27 July 2000 (27.07.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Henrik Nyberg Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 07 NOV 2000

WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1998 P 6012P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/04125	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/12/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 29/12/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK F21V8/00		
Anmelder OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH ... et al.		



- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 27/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 02.11.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Schmid, K Tel. Nr. +49 89 2399 8876 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/04125

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-19 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-25 eingegangen am 27/07/2000 mit Schreiben vom 27/07/2000

Zeichnungen, Blätter:

1/8-8/8 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: , zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, dass das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, dass die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/04125

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-25
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-25
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-25
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

zu Punkt V

Ansprüche 1, 18, 20 und 22

Das Dokument US-A-5 039 207 (D1) wird als nächstliegender Stand der Technik angesehen und offenbart ein Lichtquellenelement, bei dem an einer Stirnseite, die nicht mit einer reflektierenden Oberfläche versehen ist, eine Lichtquelle (5,6,7) an einer in einem spitzen Winkel zu einer der Haupterstreckungsrichtungen des Lichtwellenleiters ausgerichteten Lichteintrittsfläche (3,4) angeordnet ist und die Lichtaustrittsfläche vertikal dazu liegt. Die andere Stirnseite (10) und die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Seite (11) sind mit reflektierenden bzw. diffus zurückwerfenden Reflektoren bedeckt.

Das zu lösende Problem besteht darin, die Hinterleuchtung bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen zu verbessern (Seite 3, Absatz 4 und 5).

Die Lösung dieses Problems besteht nun darin, die Seitenflächen als Lichteintrittsfläche auszuwählen und auch die Seitenflächen mit Reflektoren zu bedecken.

Der bekannt gewordene Stand der Technik gibt für eine derartige Ausführung eines Lichtquellenelements keinen Hinweis und somit dürfte der Inhalt von Anspruch 1 die Anforderungen von Artikel 33 PCT erfüllen.

Der Anspruch 18 bezieht sich auf ein Flüssigkristall-Display mit einem entsprechenden Lichtquellenelement, die Ansprüche 20 und 22 beziehen sich jeweils auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Lichtquellenelements und dürften daher ebenfalls die Anforderungen von Artikel 33 PCT erfüllen.

Ansprüche 2 - 17, 19, 21 und 23 - 25

Bei den Merkmalen der abhängigen Ansprüche 2 - 17, 19, 21 und 23 - 25 handelt es sich um entsprechende Weiterbildungen und somit dürften diese Ansprüche ebenfalls die Anforderungen des Artikel 33 PCT erfüllen.

zu Punkt VII

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.

Patentansprüche

1. Lichtquellenelement (10;30) mit einem Lichtwellenleiter (1;31), bei dem
 - 5 - eine Lichtaustrittsfläche (1A;31A) und mindestens eine Lichteintrittsfläche (5B;35B) vorgesehen ist,
 - die der Lichtaustrittsfläche (1A;31A) gegenüberliegende Oberfläche (1B;51B) und mindestens ein Teil der die Licht-
10 austrittsfläche (1A;31A) und die gegenüberliegende Ober-
fläche verbindenden Seitenflächen (1C,1D) mit Licht re-
flektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektoren
(4;34) bedeckt sind und
 - die Lichteintrittsfläche (5B;35B) von einem nicht mit ei-
nem Reflektor versehenen Teil der Seitenflächen (1C,1D)
15 gebildet ist und in einem spitzen Winkel zu einer der
Haupterstreckungsrichtungen des Lichtwellenleiters ange-
ordnet ist.
2. Lichtquellenelement nach Anspruch 1, bei dem
 - 20 - an dem Lichtwellenleiter eine Lichteinkopplungseinheit
(5;35) mit einem Öffnungsbereich (5B,35B) des jeweiligen
Reflektors (4,34) vorgesehen ist, die eine vor dem Öff-
nungsbereich (5B) angeordnete Lichtquelle (5A,35A) derart
aufweist, daß
 - 25 - die im Betrieb von der Lichtquelle (5A) emittierte Licht-
strahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenlei-
ter (1,31) eindringt.
3. Lichtquellenelement nach Anspruch 2, bei dem
 - 30 - in mindestens einer Längsseitenfläche (1C,1D) oder der
Oberfläche (1B) des Lichtwellenleiters (1,31) mindestens
ein dreieckförmiger Vorsprung geformt ist,
 - dessen eine Seitenfläche von einem Reflektor (4,34) be-
deckt ist und
 - 35 - dessen andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit
den Öffnungsbereich (5B,35B) bildet.

4. Lichtquellenelement nach Anspruch 1, bei dem
- der Lichtwellenleiter (51) eine derartige Form aufweist, daß die Lichtaustrittsfläche (51A) und die ihr gegenüberliegende Oberfläche (51B) des Lichtwellenleiters (51) einen von Null verschiedenen Winkel (α) bilden.
- 5
5. Lichtquellenelement nach Anspruch 2 oder 4, bei dem
- die Lichtaustrittsfläche (1A;31A) und/oder die ihr gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters lichtstreuende Abschnitte (6;56;66) und ebene Abschnitte (7;57;67) aufweist,
 - und das Flächenverhältnis der ebenen Abschnitte (7;57;67) zu den lichtstreuenden Abschnitten (6;56;66) entlang dem Lichtwellenleiter so eingestellt wird, daß eine gleichmäßige Leuchtdichte des Lichtquellenelements erzielt wird.
- 10
- 15
6. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- die Reflektoren (4;34) einstückig miteinander verbunden sind.
- 20
7. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- das Material der Reflektoren (4,34) spritzgußfähig ist und die Reflektoren (4,34) im Spritzguß hergestellt sind.
- 25
8. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem
- das Material der Reflektoren (4) aus einem thermoplastischen Polyester, insbesondere auf der Basis von Polybutylenterephthalar geformt ist.
- 30
9. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem
- das Material der Reflektoren (4,34) Pocan® ist.
- 35

10. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem
- die Reflektoren aus einer reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie (64,74) geformt sind.
- 5
11. Lichtquellenelement nach Anspruch 10, bei dem
- die Folie auf der Basis von Polycarbonat geformt ist.
12. Lichtquellenelement nach Anspruch 10 oder 11, bei dem
- 10
- gegebenenfalls eine oder mehrere Öffnungen in die Folie (64, 74) für den Durchtritt der Lichtstrahlung geformt sind.
13. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- 15
- der Lichtwellenleiter (71) einen über eine Seitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche (73) fluchten- den Vorsprung (71A) aufweist,
 - unter welchem die mindestens eine Lichtquelle (75) ange-
- 20
- ordnet ist.
14. Lichtquellenelement nach Anspruch 13, bei dem
- die der Lichtquelle (75) zugewandte Fläche des Vorsprungs (71A) ebenfalls mit der Folie (74) bedeckt ist.
- 25
15. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei dem
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
16. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- 30
- es einen geschlossenen Ring bildet.
17. Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorher-
- 35
- gehenden Ansprüche, bei dem
- die mindestens eine Lichtquelle eine Halbleiter- Lichtemissionsdiode ist.

18. Flüssigkristall-Display mit einem Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- 5 - auf der Seite der Lichtaustrittsfläche ein Flüssigkristallelement angeordnet ist.
19. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 18, bei dem
- 10 - das Flüssigkristallelement durch Abstandshalter von der Lichtaustrittsfläche beabstandet gehalten ist.
20. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten
- 15 - Herstellen eines Lichtwellenleiters im Spritzgußverfahren, wobei
- eine dafür vorgesehene Form einer Spritzgußapparatur auf ihrer Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie ausgelegt wird,
- 20 - ein transparenter Kunststoff in den Hohlraum eingespritzt wird, und
- der Lichtwellenleiter nach dem Aushärten entnommen wird,
- 25 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem
- die Folie in der Form der Spritzgußapparatur an allen Seitenflächen ausgelegt wird und
- 30 - vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
22. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten
- 35 - Herstellen eines Lichtwellenleiters,

- Herstellen einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie, die eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche umfaßt, durch ein Tiefziehverfahren,
 - Anbringen der Folie an dem Lichtwellenleiter,
 - 5 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem
- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der
 - 10 Lichtstrahlung geschaffen werden.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, bei dem
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
 - 15
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, bei dem
- die Folie Polycarbonat enthält.

Beschreibung

Lichtquellenelement mit seitlicher schräger Lichteinkopplung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Lichtquellenelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays und zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung.
- 10 Bei der Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays besteht eine wichtige Aufgabe darin, die Flüssigkristall-Anzeigefläche mit einer möglichst homogenen monochromen oder polychromen Lichtstrahlung ausreichend hoher Leuchtdichte auszuleuchten. Dazu muß die aus einer oder mehreren Lichtquellen emittierte Lichtstrahlung einerseits möglichst homogen auf die
- 15 Anzeigefläche verteilt werden, wobei andererseits die Verluste möglichst minimiert werden sollten.
- 20 In der EP-A-0 500 960 ist ein flächiges Lichtquellenelement beschrieben, welches zur Hinterleuchtung bei einem Flüssigkristall-Display eingesetzt werden soll. Bei diesem Lichtquellenelement ist an einer Stirnseitenfläche als einer Lichteinfallsfläche eines transparenten Lichtwellenleiters eine Lichtquelle angeordnet. Eine zu der Lichteinfallsfläche
- 25 senkrechte Oberfläche des Lichtwellenleiters dient als eine Lichtaustrittsfläche und auf der dieser Lichtaustrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche des Lichtwellenleiters ist eine lichtreflektierende Schicht angeordnet. Ferner ist ein Streuglied derart angeordnet, daß das aus der Lichtaustrittsfläche
- 30 austretende Licht diffus gestreut wird. Die Homogenisierung der Lichtstrahlung über die Fläche des Lichtquellenelements wird nun dadurch erreicht, daß eine oder beide Oberflächen des Lichtwellenleiters aufgerauhte Abschnitte und ebene Abschnitte aufweist und das Flächenverhältnis der aufgerauhten
- 35 zu den ebenen Abschnitten entlang dem Wellenleiter kontinuierlich verändert wird. Die ebenen Abschnitte haben die Eigenschaft, daß Lichtstrahlen von ihnen aufgrund von Totalre-



flexion in den Wellenleiter zurückreflektiert werden, während an den aufgerauhten Abschnitten die Lichtstrahlen gestreut werden. Da an der Lichteintrittsseite des Lichtwellenleiters die Leuchtdichte zunächst relativ hoch ist, wird dort ein relativ hoher Anteil an ebenen Flächen eingestellt, so daß sich die Lichtwellen in diesem Bereich mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit durch mehrfache Totalreflexion in dem Wellenleiter fortbewegen werden. Dieser Flächenanteil an ebenen Abschnitten wird im Verlauf des Wellenleiters kontinuierlich zurückgeführt, so daß die Lichtstrahlung mehr und mehr an dem zunehmenden Anteil an aufgerauhten Flächen gestreut werden kann. Dadurch gelingt es, eine relativ gleichmäßige Ausgangsstrahlung an der Lichtaustrittsfläche des Lichtquellenelements zu erzeugen.

Bei der beschriebenen Anordnung muß die Lichtstrahlung an einer Stirnseite des Lichtquellenelements in den Lichtwellenleiter eingekoppelt werden. Bei Verwendung einer längs dieser Seite angeordneten Leuchtstoffröhre, die von einem metallischen Reflektor umgeben ist, läßt sich voraussichtlich in vielen Fällen eine ausreichende Leuchtdichte für die Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Display bereitstellen. Dennoch ist diese Anordnung relativ unflexibel, da aufgrund der Beschränkung hinsichtlich der verwendbaren Lichtquelle die Leuchtdichte nicht über ein bestimmtes Maß hinaus gesteigert werden kann. Außerdem ist die Anbringung der Lichtquelle an die seitliche Stirnfläche des Lichtquellenelements auch aus Platzgründen ungünstig, weil der hierfür benötigte Platz letztlich die Breite der Anzeigefläche des Flüssigkristall-Displays beschränkt.

Die beschriebene Anordnung ist beispielsweise für die Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Display im Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs geeignet. Wenn sich das Display relativ weit oben an dem Armaturenbrett befindet, ist die Anzeigefläche gut sichtbar. Wenn diese jedoch relativ weit unten an dem Armaturenbrett angeordnet ist, sieht der Fahrer oder Beifahrer



rer mit einem relativ großen Betrachtungswinkel auf die Anzeigefläche. Insbesondere bei Flüssigkristall-Displays mit ihrer großen Betrachtungswinkelabhängigkeit führt dies zu einer mangelhaften Erkennung der Anzeigefläche.

5

Bei der beschriebenen Anordnung wird als lichtreflektierende Schicht nach der Herstellung des Lichtwellenleiters eine Folie oder ein Film mit einer aufgedampften metallischen Schicht auf die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgebracht. Diese Vorgehensweise der Aufbringung der Folie erweist sich jedoch als relativ umständlich, da die Folie in der Regel auf die Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgeklebt werden muß. Zu diesem Zweck muß ein Kleber verwendet werden, der nach Möglichkeit für einen weiten Wellenlängenbereich des sichtbaren Spektralbereichs ausreichende Transparenz aufweisen sollte, da das Lichtquellenelement nicht nur für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays mit Weißlichtquellen sondern auch zur monochromen Hinterleuchtung mit LEDs beliebiger Wellenlänge verwendbar sein sollte.

Die in der EP-A-0 500 960 beschriebene Anordnung ist deshalb nur bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen für eine gute Beleuchtungssituation geeignet.

25

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Lichtquellenelement, insbesondere zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays, zu schaffen, mit welchem auch bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen eine verbesserte Leuchtdichte ermöglicht werden kann.

Weiterhin ist es auch bei den im Stand der Technik bekannten Lichtquellenelementen, die die Funktion der ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung haben, aufgrund der Art der Einkopplung der Lichtstrahlung an den Stirnseiten des Lichtwellenleiters ein Problem, die Leuchtdichte zu steigern. Somit ist es eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung,

35

ein Lichtquellenelement zur Umgebungsbeleuchtung zu schaffen, welches eine höhere Leuchtdichte und/oder eine größere Lichtaustrittsfläche aufweist.

- 5 Es ist weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements anzugeben, welches eine hohe Leuchtdichte des Lichtquellenelements ermöglicht.

- 10 Die oben geschilderten Probleme des Standes der Technik werden mit einem Lichtquellenelement gemäß Patentanspruch 1 und mit einem Verfahren gemäß Patentansprüchen 20 oder 22 gelöst.

- 15 Allen Ausprägungen eines ersten Ausführungstyps der vorliegenden Erfindung ist gemeinsam, daß die Lichtstrahlung nicht mehr wie beim Stand der Technik an einer oder beiden Stirnflächen in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird, sondern an Oberflächen, die in Längsrichtung des Lichtquellenelements verlaufen, wobei die Lichtstrahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Da entlang dieser
20 Oberflächen mehr Platz für die Positionierung der Lichtquellen vorhanden ist, kann eine Mehrzahl von Lichtquellen vorgesehen werden. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, daß die Leuchtdichte eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements gesteigert werden kann.

- 25 Der Lichtwellenleiter ist in allen Ausführungsformen zumindest an der der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche und an den die Lichtaustrittsfläche und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Längsseitenflächen mit einem
30 Reflektor bedeckt, in den gegebenenfalls Öffnungsbereiche zur Anordnung von Lichteinkopplungseinheiten geformt sind.

- Bei einem ersten Beispiel eines ersten Ausführungstyps eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements werden die Lichtquellen an den Längsseitenflächen des Lichtwellenleiters angeordnet.
35 An den Längsseitenflächen kann eine Mehrzahl von Lichtquellen wie Lichtemissionsdioden oder dergleichen angeordnet



werden und damit die Leuchtdichte des Lichtquellenelements gesteigert werden.

5 Bei einem zweiten Beispiel eines ersten Ausführungstyps eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements werden die Lichtquellen an der der Lichtaustrittsseite gegenüberliegenden Oberfläche des Lichtquellenelements angeordnet. Eine solche Ausführungsform dient z.B. als Lichtquellenelement für die Umgebungsbeleuchtung.

10

Derartige Lichtquellenelemente können z.B. flächig ausgebildet werden und somit in idealer Weise zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays eingesetzt werden.

15 Weiterhin können derartige Lichtquellenelemente zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung verwendet werden. Durch die Möglichkeit der Vielfacheinleuchtung wird die Dämpfung des Lichtwellenleiters praktisch ausgeschaltet, so daß Lichtwellenleiter beliebiger Länge ausgeleuchtet und für die Beleuchtung der Umgebung verwendet werden können.

20

Bei einem zweiten Ausführungstyp weist das erfindungsgemäße Lichtquellenelement einen Lichtwellenleiter mit einer Lichtaustrittsfläche auf, wobei die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters mit einem

25

Licht reflektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektor bedeckt ist, und wobei ferner die Lichtaustrittsfläche und die ihr gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters einen von Null verschiedenen Winkel bilden.

30

Mit einem derartigen Lichtquellenelement kann ein Lichtleitermodul hergestellt und im Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs montiert werden. Je nach der für das einzubauende Lichtleitermodul vorgesehenen Höhenposition wird bei der Herstellung der Schrägstellungswinkel der Lichtaustrittsfläche

35

derart eingestellt, daß Fahrer oder Beifahrer direkt auf die Anzeigefläche des Flüssigkristall-Display blicken.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Lösung der Aufgabe zeichnet sich in einer ersten Ausführungsform dadurch aus, daß die Aufbringung der reflektierenden Folie praktisch mit der Herstellung des Lichtwellenleiters kombiniert wird. Der Lichtwellenleiter wird nämlich durch Spritzgußtechnik hergestellt, indem ein transparenter Kunststoff in eine Form oder einen Hohlraum einer Spritzgußapparatur eingespritzt wird. Diese Form wird vorher an der Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit der Folie ausgelegt. Beim Aushärten nach dem Spritzgießen des Kunststoffs haftet die Folie an dem Lichtwellenleiter an.

In einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Folie durch ein Tiefziehverfahren hergestellt und anschließend an dem Lichtwellenleiter angebracht. Vorzugsweise wird dabei eine eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche aufweisende Folie in einstückiger Form hergestellt und der Lichtwellenleiter anschließend darin eingesetzt. Die einstückige Folie kann beispielsweise in der Form eines wannenförmigen Kanals hergestellt werden, in den der Lichtwellenleiter eingeschoben werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

Fig.1 ein erstes Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen flächigen Lichtquellenelements für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays;

Fig.2 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.1 entlang der Linie II-II.

Fig.3 ein zweites Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements für die Umgebungsbeleuchtung;

Fig.4 ein drittes Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements; Fig.4a einen Querschnitt entlang einer Linie IV-IV in Fig.4;

5

Fig.5 eine spezielle Form des Ausführungsbeispiels der Fig.4.

Fig.6 einen zweiten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays;

10

Fig.7 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.6 entlang der Linie II-II.

15 Fig.8 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

Fig.9 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.8 entlang der Linie II-II.

20

Fig.10 eine Teilansicht einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

In der Fig.1 ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 10 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann. In Fig.2 ist das Lichtquellenelement in einem Querschnitt entlang der Linie II-II in der Fig.1 zusammen mit einem Flüssigkristallelement dargestellt.

30

Das Kernstück des Lichtquellenelements 10 der Fig.1 ist ein flächiger Lichtwellenleiter 1, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Harz wie Acrylharz, Polycarbonatharz, oder auch aus Plexiglas oder PMMA geformt werden kann. Das in diesen Lichtwellenleiter 1 eingekoppelte Licht wird homogen über die rechteckige Fläche verteilt und einer (nicht dargestellten) Anzeigefläche eines

35



Flüssigkristall-Displays zugeführt. Zu diesem Zweck ist der Lichtwellenleiter 1 allseitig von Reflektoren 4 umgeben, durch welche die auftreffende Lichtstrahlung diffus zurückgeworfen wird.

5

Die Lichteinkopplung erfolgt über Lichteinkopplungseinheiten 5, die an den Längsseitenflächen 1C und 1D des Lichtquellenelements 10 angebracht sind, und die jeweils aus einem Öffnungsbereich 5B des jeweiligen Reflektors 4 und einer Lichtquelle 5A bestehen. Die Lichtquelle 5A ist beispielsweise eine Halbleiter-Lichtemissionsdiode (LED) für eine monochrome Hinterleuchtung, kann aber auch eine Weißlichtquelle wie eine Halogenleuchte oder dergleichen sein. In einer speziellen Ausführungsform kann eine UV-Strahlungsquelle verwendet werden, wobei dann die Ober- und Unterseiten des Lichtwellenleiters mit einem phosphoreszierenden Material beschichtet werden. Die Lichtquelle 5A ist derart angeordnet, daß die Lichtstrahlung in einem bestimmten schiefen Winkel zu einer Hauptachse des Lichtwellenleiters 1 in diesen eingestrahlt wird. Der Einstrahlwinkel kann dabei beliebig eingestellt werden.

Die Fig.1 zeigt eine Ausführungsform, bei der auf der Längsseitenfläche 1C vier Lichteinkopplungseinheiten und auf der gegenüberliegenden Längsseitenfläche 1D zwei Lichteinkopplungseinheiten an den Lichtwellenleiter 1 angebaut sind.

Das Ausführungsbeispiel der Fig.1 sieht vor, daß bei jeder Lichteinkopplungseinheit ein dreieckförmiger Vorsprung des Lichtwellenleiters 1 vorhanden ist. Eine Seitenfläche dieses Vorsprungs ist mit einem Reflektor 4 bedeckt, während die andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit den Öffnungsbereich 5B bildet.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig.1 sind in vorteilhafter Weise auch die Stirnflächen 1E und 1F mit Reflektoren bedeckt, damit kein Licht an den Stirnseiten ausgekoppelt wird.



Die Reflektoren 4 sind vorzugsweise einstückig geformt und durch Spritzguß aus Pocan® (thermisches Polyester auf der Basis von Polybutylenterephthalat) hergestellt. Dieses Material ist weiß und bildet einen idealen diffusen Reflektor. Es ist jedoch auch ebenso denkbar, als Reflektor ein Folienmaterial aufzubringen. Dieses kann z.B. eine Folie auf der Basis von Polycarbonat sein, die mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Um das Herstellungsverfahren noch weiter zu vereinfachen, könnte die Folie auch bereits während der Spritzgußformung des Lichtwellenleiters 10 aufgebracht werden, indem vor dem Spritzguß die Form der Spritzgußapparatur mit der Folie ausgelegt wird. Nach Aushärtung der Kunststoffmasse haftet die Folie an dem Wellenleiter an und kann zusammen mit diesem aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 1A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 1B des Lichtwellenleiters 1 oder auf beiden geformt sind.

In der Figur 2 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 1A des Lichtwellenleiters 1 geformte lichtstreuende Flächen 6 und ebene Flächen 7 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 7 zu den lichtstreuenden Flächen 6 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 1 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 1 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 6 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungsweise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine geringe Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Fläche vergleichsweise

intensiv geschmiegelt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 6 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichte-
5 teverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 1 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.

10

In der Fig.2 ist zusätzlich ein Flüssigkristallelement 9 dargestellt, welches oberhalb der Lichtaustrittsfläche 1A des Lichtwellenleiters 1 angeordnet ist und von dieser mittels Abstandshaltern getrennt.

15

In der Fig.3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 20 in einer Explosionsdarstellung von der Seite dargestellt. Dieses stellt gleichzeitig die zweite Ausführungsform der Erfindung dar, bei der die
20 Lichteinkopplung nicht über die Längsseitenflächen sondern über die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche erfolgt.

Wie im ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die der
25 Lichtaustrittsfläche 21A gegenüberliegende Oberfläche 21B und die Längsseitenflächen eines Lichtwellenleiters 21 mit Reflektoren 24 bedeckt. Für diese Reflektoren gelten die Ausführungen für das erste Ausführungsbeispiel, d.h. vorzugsweise sind diese einstückig geformt, so daß durch sie praktisch
30 ein wannenförmiger Kanal gebildet wird, in den der Lichtwellenleiter 21 eingesetzt wird. In der der Lichtaustrittsfläche 21A gegenüberliegenden Oberfläche 21B sind Öffnungsbereiche 25B geformt, in die der Lichtwellenleiter 21 mit dreieckförmigen Vorsprüngen eingreift. Vor diesen Öffnungsbereichen 25B
35 sind wiederum Lichtquellen 25A derart angeordnet, daß sie in schiefer Winkel zu einer Haupt- oder Längsachse des Lichtwellenleiters 21 in diesen eingekoppelt wird. Die Öffnungsberei-



che 25B in der reflektierenden Schicht 24 und die jeweils zugehörigen Lichtquellen 25A bilden eine Mehrzahl von Lichteinkopplungseinheiten 25. Für die Anordnung dieser Lichteinkopplungseinheiten 25 steht nunmehr die gesamte, der Licht-
5 austrittsfläche 21A gegenüberliegende Oberfläche 21B zur Verfügung, so daß eine Vielzahl davon vorgesehen werden kann.

Auch bei dieser Ausführungsform können zur Homogenisierung der Lichtstrahlung lichtstreuende und ebene Flächen in einem
10 variablen Verhältnis auf der Lichtaustrittsfläche vorgesehen sein, wie dies im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschrieben wurde. Die Lichtquellen können LEDs oder polychrome Weißlichtquellen sein.

15 Das in Fig.3 gezeigte Ausführungsbeispiel kann beispielsweise als ein langgestrecktes Lichtquellenelement zur ambienten Umgebung verwendet werden. Insbesondere können mehrere der gezeigten Einheiten zur Herstellung einer beliebigen Länge hintereinander angeordnet werden.

20

Eine weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig.4 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel gehört zu der ersten Ausführungsform der Erfindung, da hier das Licht wiederum an den Längsseitenflächen des Lichtquellenelements eingekoppelt wird.

25 Dargestellt ist ein Teil des Lichtquellenelements 30, das im Prinzip in beliebiger Länge geformt werden kann. Das Lichtquellenelement 30 kann beispielsweise zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung eingesetzt werden.

30 In Fig.4A ist das Lichtquellenelement 30 im Querschnitt entlang der Linie IV-IV in Fig.4 dargestellt. Der Lichtwellenleiter 31 weist demnach eine Lichtaustrittsfläche 31A auf und ist an der gegenüberliegenden Oberfläche und den Längsseitenflächen mit Reflektoren 34 bedeckt. Für diese gelten dieselben Aussagen wie für die vorgenannten Ausführungsbeispiele.
35 Der Reflektor 34 ist entlang einer Längsseitenfläche in bestimmten Öffnungsbereichen 35B unterbrochen, vor welchen



Lichtquellen 35A derart angeordnet sind, daß die von ihnen emittierte Lichtstrahlung in einem schiefen Winkel zur Längsachse des Lichtwellenleiters 30 in diesen eindringt. Die Öffnungsbereiche 35B in dem Reflektor 34 und die davor angebrachten Lichtquellen 35A bilden Lichteinkopplungseinheiten 35. Die Lichtquellen 35 können - wie schon in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen - aus LEDs oder polychromen Weißlichtquellen gebildet werden.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der Reflektor 34 ein Stück weit von der in dem Öffnungsbereich 35B freiliegenden Oberfläche des Lichtwellenleiters 31 in diesen eindringt. Dadurch kann die Ausbildung von hellen Leuchterscheinungen ("hot spots") im Lichtwellenleiter 31 im Nahbereich der Lichtquelle 35 vermieden werden. Als weiterhin günstig für die Lichteinkopplung erweist sich im übrigen die abgerundete Form der für die Bildung der Öffnungsbereiche 35B schräg gestellten Reflektorflächen. Dies gilt auch für die Ausführungsform nach Fig.3.

Auch bei dieser Art von Lichtquellenelementen spielt die Lichtdämpfung praktisch keine Rolle mehr und es können Lichtquellenelemente beliebiger Form und Länge geformt werden.

In Fig.5 ist ein spezielles Ausführungsbeispiel des in Fig.4 gezeigten Lichtquellenelements dargestellt. Dieses weist eine geschlossene Form auf, wobei an seiner inneren Umfangsfläche eine Mehrzahl von hintereinander angeordneten Lichteinkopplungseinheiten 45 vorgesehen sind (die Lichtquellen sind nicht dargestellt). Die Struktur und der Aufbau des Lichtwellenleiters 40 sind wie in Fig.4 dargestellt. Die spezielle Form des geschlossenen Rings kann beliebig gewählt werden.

In der Fig.6 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 50 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays in dem Armaturenbrett eines Kraftfahrzeug verwendet werden kann.

In Fig.7 ist das Lichtquellenelement in einem Querschnitt entlang der Linie II-II in der Fig.6 dargestellt.

Das Kernstück des Lichtquellenelements 50 der Fig.6 ist ein flächiger Lichtwellenleiter 51, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Harz wie Acrylharz, Polycarbonatharz, oder auch aus Plexiglas oder PMMA (Polymethylmethacrylat) geformt werden kann. Das in diesen Lichtwellenleiter 51 von einer Lichtquelle 55 wie einer Halbleiter-Lichtemissionsdiode eingekoppelte Licht wird homogen über die Lichtaustrittsfläche 51A verteilt und einem in einem geringen Abstand oberhalb der Lichtaustrittsfläche 51A mittels Abstandshaltern montierten (nicht dargestellten) flächigen Flüssigkristallelement zugeführt. Zu diesem Zweck ist der Lichtwellenleiter 51 allseitig von Reflektoren 54 umgeben, durch welche die auftreffende Lichtstrahlung diffus zurückgeworfen wird.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig.6 sind in vorteilhafter Weise auch die Stirnflächen zum Teil mit Reflektoren 54 bedeckt. In diese sind Öffnungen 54A für den Durchtritt der von den Lichtquellen 55 emittierten Lichtstrahlung geformt. Es kann aber auch ebenso vorgesehen sein, daß die Stirnflächen von vornherein nicht von Reflektoren 54 bedeckt sind.

Der Lichtwellenleiter 51 weist eine derartige Form auf, daß die Ebene der Lichtaustrittsfläche 51A mit der Ebene der ihr gegenüberliegenden Oberfläche 51B einen Winkel α bildet. Wenn daher das Lichtleitermodul in der dargestellten Form an einer ebenen Rückwand, beispielsweise in dem Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs montiert wird, ist die Lichtaustrittsfläche 51A und somit auch das vor der Lichtaustrittsfläche 51A montierte Flüssigkristallelement schräggestellt und einem Betrachter zugewandt. Somit wird erreicht, daß der Betrachter bei einem an einer unteren Position eines Armaturenbretts angebrachten Flüssigkristall-Display annähernd senkrecht auf

die Anzeigefläche blickt, so daß die bei den konventionellen Lichtleitermodulen auftretenden Sichtmängel vermieden werden.

- Die Reflektoren 54 sind vorzugsweise einstückig geformt und beispielsweise durch Spritzguß aus Pocan® (thermisches Polyester auf der Basis von Polybutylenterephthalat) hergestellt. Dieses Material ist weiß und bildet einen idealen diffusen Reflektor. Es ist jedoch auch ebenso denkbar, als Reflektor ein Folienmaterial aufzubringen. Dieses kann z.B. eine Folie auf der Basis von Polycarbonat sein, die mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Um das Herstellungsverfahren noch weiter zu vereinfachen, könnte die Folie auch bereits während der Spritzgußformung des Lichtwellenleiters 50 eingebracht werden, indem vor dem Spritzguß die Form der Spritzgußapparatur mit der Folie ausgelegt wird. Nach Aushärtung der Kunststoffmasse haftet die Folie an dem Wellenleiter an und kann zusammen mit diesem aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.
- Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 51A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 51B des Lichtwellenleiters 51 oder auf beiden geformt sind.

- In der Figur 7 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 51A des Lichtwellenleiters 51 geformte lichtstreuende Flächen 56 und ebene Flächen 57 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 57 zu den lichtstreuenden Flächen 56 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 51 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 51 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 56 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungs-

weise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmir-
geln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine
geringe Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Fläche ver-
gleichsweise intensiv geschmirgelt, um das auftreffende Licht
5 zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 56 kön-
nen aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter
Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden.
Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise
durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im
10 wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 51 und
die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Re-
flexionsverhältnisse eingegeben werden.

Es kann auch vorgesehen sein, daß an beiden Stirnflächen
15 Lichtquellen angeordnet sind, von denen Licht in den Licht-
wellenleiter 51 eingekoppelt wird.

In der Fig.8 ist eine perspektivische Ansicht einer weiteren
Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Licht-
20 quellenelements 60 dargestellt, wie es beispielsweise zur
Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays verwendet wer-
den kann.

Das Kernstück des Lichtquellenelements 60 ist ein flächiger,
25 quaderförmiger Lichtwellenleiter 61, der im Prinzip aus jedem
transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen
Gießharz wie Acrylharz oder Polycarbonatharz geformt werden
kann. Falls das Lichtquellenelement nach der ersten Ausfüh-
rungsform der Erfindung hergestellt werden soll, muß das Ma-
30 terial ein spritzgußfähiges Material sein.

Das in diesen Lichtwellenleiter 61 eingekoppelte Licht wird
homogen über die rechteckige Fläche verteilt und einer (nicht
dargestellten) Anzeigefläche eines Flüssigkristall-Displays
35 zugeführt. An der der Lichtaustrittsfläche 61A gegenüberlie-
genden Oberfläche 61B sowie an den Seitenflächen 61C und 61D
ist eine Folie 64 aufgebracht, durch die die auftreffende

Lichtstrahlung in den Lichtwellenleiter 61 diffus zurückreflektiert wird. Die Lichteinkopplung erfolgt durch mindestens eine Lichtquelle 65, die vor mindestens einer der Stirnseitenflächen 61E oder 61F des Lichtquellenelements 60 angeordnet sind. Die Lichtquelle 65 ist beispielsweise eine Halbleiter-Lichtemissionsdiode (LED) für eine monochrome Hinterleuchtung des Flüssigkristall-Display. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von miniaturisierten LEDs, die in SMT-Technik (surface mounted technique) montiert werden können und beispielsweise unter den Marken SIDELED® und MiniSIDELED® bekannt geworden sind. Durch die Verwendung einer derartigen Lichtquelle mit einem sehr flachen Lichtwellenleiter kann ein sehr flaches Lichtquellenelement (Lichtleitermodul) hergestellt werden. Als Lichtquelle kann aber im Prinzip auch eine Weißlichtquelle wie eine Halogenleuchte oder dergleichen verwendet werden.

In der weiteren Ausführungsform wird der Lichtwellenleiter 61 im Spritzguß hergestellt, wobei die Anbringung der Folie 64 gleichzeitig erfolgt. Dazu wird eine Spritzgußapparatur verwendet, welche eine Form enthält, die der gewünschten Form des Lichtwellenleiters 61 entspricht, also im Ausführungsbeispiel die Form eines flachen Quaders aufweist. Diese Form, also im wesentlichen die Bodenfläche und die Längsseitenflächen wird vor dem Spritzguß mit der Folie 64 ausgelegt. Dabei kann die Folie beispielsweise als endloser Folienstreifen durch die Spritzgußapparatur gezogen und durch Unterdruck in die Form angesaugt werden. Beim Schließen der Apparatur wird die Folie abgetrennt. Dann wird der Spritzguß mit dem Kunststoffmaterial durchgeführt. Nach dem Aushärten der Kunststoffmasse in der Gußform haftet die Folie 64 an dem Lichtwellenleiter 1 und dieser kann aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

Gewünschtenfalls kann die Folie 64 an allen Seitenflächen der Gußform ausgelegt werden. In jedem Fall muß dafür gesorgt werden, daß an den Stellen, an denen Lichtquellen 65 angeord-



net werden sollen, entweder keine Folie vorgesehen ist oder in eine vorhandene Folie Öffnungen von ausreichender Größe in die Folie 64 geformt werden, durch die die Lichtstrahlung der Lichtquellen 65 in den Lichtwellenleiter 61 eintreten kann.

5

Gemäß eines zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird die Folie 64 in einem Tiefziehverfahren hergestellt. Vorzugsweise wird die Folie 64 mit der Bodenfläche und den Seitenflächen einstückig hergestellt. Die Folie kann dann z.B. als ein wannenförmiger Kanal vorliegen, in den der Lichtwellenleiter 61 eingeschoben werden kann.

10

Die Folie kann im wesentlichen aus einem Polycarbonat bestehen, welches mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Sie kann auch aus einem Mehrschichtenaufbau aus einer Polycarbonatschicht, einer Aluminiumschicht und der weißen Farbschicht bestehen.

15

Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 61A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 61B des Lichtwellenleiters 61 oder auf beiden geformt sind. In der Figur 9 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 61A des Lichtwellenleiters 61 geformte lichtstreuende Flächen 66 und ebene Flächen 67 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 67 zu den lichtstreuenden Flächen 66 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 61 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 61 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 66 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungsweise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine geringe Leuchtdichte vor-

20

25

30

35

handen ist, wird die Fläche vergleichsweise intensiv geschmirgelt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 66 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 61 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.

Zur Herstellung eines Flüssigkristall-Displays wird ein Flüssigkristallelement oberhalb der Lichtaustrittsfläche 61A mittels Abstandshaltern an das Lichtquellenelement befestigt.

In der Fig.10 ist eine Teilansicht eines anderen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 70 perspektivisch dargestellt.

Dieses enthält einen Lichtwellenleiter 71, der an einem Ende einen über die Stirnseitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche 73 fluchtenden Vorsprung 71A aufweist. Unterhalb des Vorsprungs 71A ist eine Lichtquelle 75 angeordnet, so daß durch den Vorsprung 71A der Raum oberhalb der Lichtquelle 75 zusätzlich genutzt wird. Somit wird die Fläche des Lichtquellenelements 70 und somit die nutzbare Anzeigefläche des Flüssigkristall-Display vergrößert. Zusätzlich zu der Bodenfläche und den Seitenflächen wird die der Lichtquelle 75 zugewandte Fläche des Vorsprungs 71A ebenfalls mit der Folie 74 bedeckt. Dadurch können unerwünschte Lichterscheinungen wie z.B. sogenannte "hot spots", wie sie häufig in dem Bereich des Lichtwellenleiters unmittelbar oberhalb der Lichtquelle auftreten, vermieden werden.

Zur Herstellung eines Lichtquellenelements 70 wie in Fig.10 muß für die weitere Ausführungsform die Gußform der Spritzgußapparatur eine entsprechende komplementäre Form aufweisen.

Für die andere Ausführungsform muß ein entsprechendes Tiefziehverfahren zur Herstellung der Folie 74 angewandt werden.

Patentansprüche

1. Lichtquellenelement (10;50), mit
 - einem Lichtwellenleiter (1;51), der
 - 5 - eine Lichtaustrittsfläche (1A;51A) aufweist und bei dem
 - die der Lichtaustrittsfläche (1A;51A) gegenüberliegende Oberfläche (1B;51B) und mindestens ein Teil der die Lichtaustrittsfläche und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Seitenflächen (1C, 1D; 51C, 51D) des Lichtwellenleiters (1;51) mit Licht reflektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektoren (4;54) bedeckt sind, sowie mit
 - 10 - mindestens einer an einer Lichteintrittsfläche (5B) des Lichtwellenleiters (1;51) angeordneten Lichteinkopplungseinheit (5, 25, 35, 45; 55; 65),
 - 15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die Lichteintrittsfläche (5B; 54A) und/oder die Lichtaustrittsfläche (1A, 51A) des Lichtwellenleiters in einem spitzen Winkel zu einer der Hauptrichtungen des Lichtwellenleiters angeordnet ist.
 - 20
2. Lichtquellenelement nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die Lichteinkopplungseinheit einen Öffnungsbereich (5B, 25B, 35B) des jeweiligen Reflektors (4, 24, 34) und eine
 - 25 - vor dem Öffnungsbereich (5B) angeordnete Lichtquelle (5A, 25A, 35A) derart aufweist, daß
 - die im Betrieb von der Lichtquelle (5A) emittierte Lichtstrahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenleiter (1, 21, 31) eindringt.
 - 30
3. Lichtquellenelement nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - in mindestens einer Längsseitenfläche (1C, 1D) oder der Oberfläche (1B) des Lichtwellenleiters (1, 21, 31) mindestens ein dreieckförmiger Vorsprung geformt ist,
 - 35 - dessen eine Seitenfläche von einem Reflektor (4, 24, 34) bedeckt ist und

- dessen andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit den Öffnungsbereich (5B, 25B, 35B) bildet.

4. Lichtquellenelement nach Anspruch 1,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- der Lichtwellenleiter (51) eine derartige Form aufweist, daß die Lichtaustrittsfläche (51A) und die ihr gegenüberliegende Oberfläche (51B) des Lichtwellenleiters (51) einen von Null verschiedenen Winkel (α) bilden.

10

5. Lichtquellenelement nach Anspruch 2 oder 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die Lichtaustrittsfläche (1A;51) und/oder die ihr gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters lichtstreuende Abschnitte (6;56) und ebene Abschnitte (7;57) aufweist,
 - und das Flächenverhältnis der ebenen Abschnitte (7;57) zu den Abschnitten (6;56) entlang dem Lichtwellenleiter so eingestellt wird, daß eine gleichmäßige Leuchtdichte des
- 20 Lichtquellenelements (50) erzielt wird.

6. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die Reflektoren (4;54) einstückig miteinander verbunden sind.

7. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- das Material der Reflektoren (4, 24, 34) spritzgußfähig ist und die Reflektoren (4, 24, 34) im Spritzguß hergestellt sind.

35 8. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- das Material der Reflektoren (4) aus einem thermoplastischen Polyester, insbesondere auf der Basis von Polybutylenterephthalar geformt ist.

- 5 9. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
- das Material der Reflektoren (4, 24, 34) Pocan® ist.

- 10 10. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Reflektoren aus einer reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie (64, 74) geformt sind.

- 15 11. Lichtquellenelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Folie auf der Basis von Polycarbonat geformt ist.

- 20 12. Lichtquellenelement nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß
- gegebenenfalls eine oder mehrere Öffnungen in die Folie (64, 74) für den Durchtritt der Lichtstrahlung geformt sind.

- 25 13. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
- der Lichtwellenleiter (71) einen über eine Seitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche (73) fluchten- den Vorsprung (71A) aufweist,
 - 30 - unter welchem die mindestens eine Lichtquelle (75) angeordnet ist.

14. Lichtquellenelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- 35 - die der Lichtquelle (75) zugewandte Fläche des Vorsprungs (71A) ebenfalls mit der Folie (74) bedeckt ist.

15. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
- 5 16. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- es einen geschlossenen Ring bildet.
- 10 17. Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die mindestens eine Lichtquelle eine Halbleiter-
Lichtemissionsdiode ist.
- 15 18. Flüssigkristall-Display mit einem Lichtquellenelement
nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- auf der Seite der Lichtaustrittsfläche ein Flüssigkristal-
20 lelement angeordnet ist.
19. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
- das Flüssigkristallelement durch Abstandshalter von der
25 Lichtaustrittsfläche beabstandet gehalten ist.
20. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit
den Verfahrensschritten
- Herstellen eines Lichtwellenleiters im Spritzgußverfahren,
30 wobei
- eine dafür vorgesehene Form einer Spritzgußapparatur
auf ihrer Bodenfläche und mindestens einem Teil der Sei-
tenflächen mit einer Licht reflektierenden oder diffus
rückstreuenden Folie ausgelegt wird,
35 - ein transparenter Kunststoff in den Hohlraum einge-
spritzt wird, und

- der Lichtwellenleiter nach dem Aushärten entnommen wird,
 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
- 5
21. Verfahren nach Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie in der Form der Spritzgußapparatur an allen Seitenflächen ausgelegt wird und
- 10 - vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
22. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit
- 15 den Verfahrensschritten
- Herstellen eines Lichtwellenleiters,
 - Herstellen einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie, die eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche umfaßt, durch ein Tiefziehverfahren,
- 20 - Anbringen der Folie an dem Lichtwellenleiter,
- Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
23. Verfahren nach Anspruch 22,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
- 30 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24,
- 35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie Polycarbonat enthält.

Zusammenfassung

Lichtquellenelement mit seitlicher schräger Lichtkopplung

- 5 Die Erfindung beschreibt ein Lichtquellenelement (10), welches zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann und welches eine schräggestellte Lichtaustrittsfläche (51A) und/oder Lichteintrittsfläche (5B) aufweist. An seinen Oberflächen ist der Lichtwellenleiter (1,
- 10 21, 31) von Reflektoren (4, 24, 34) umgeben, in die gegebenenfalls geeignete Öffnungsbereiche (5B, 25B, 35B) geformt sind. Die Erfindung ermöglicht die Anordnung einer Vielzahl von Lichtquellen (5, 25, 35, 45) und/oder eine direktere Betrachtung und somit eine entsprechende Steigerung der Leuchtdichte.
- 15 Die Erfindung beschreibt ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements mit integriertem Reflektor.

Figur 1

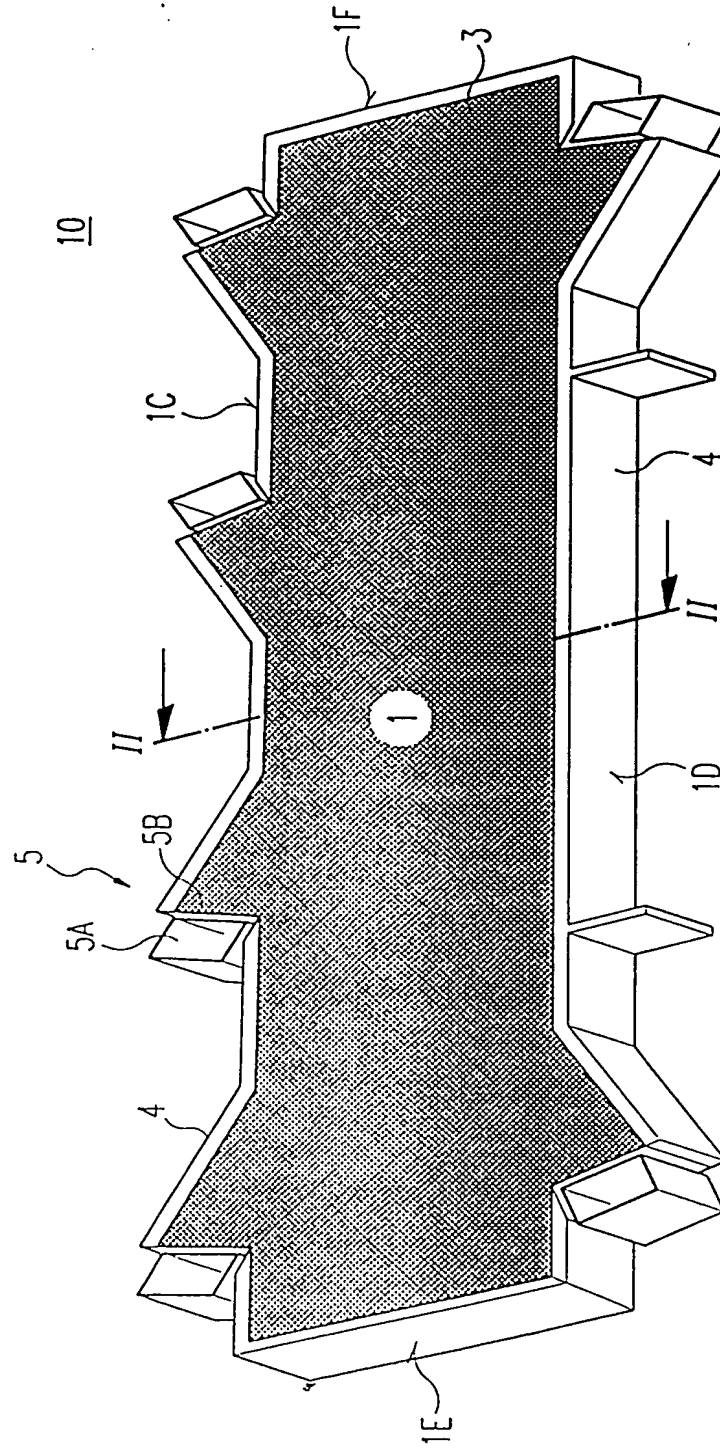


Fig. 1

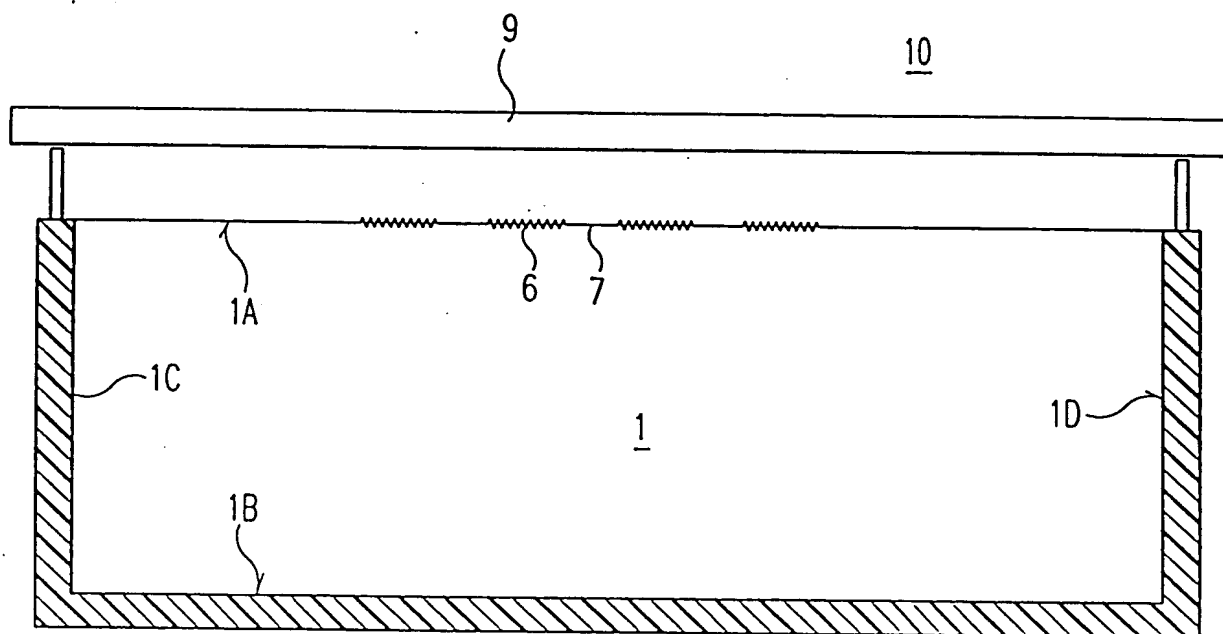


Fig. 2

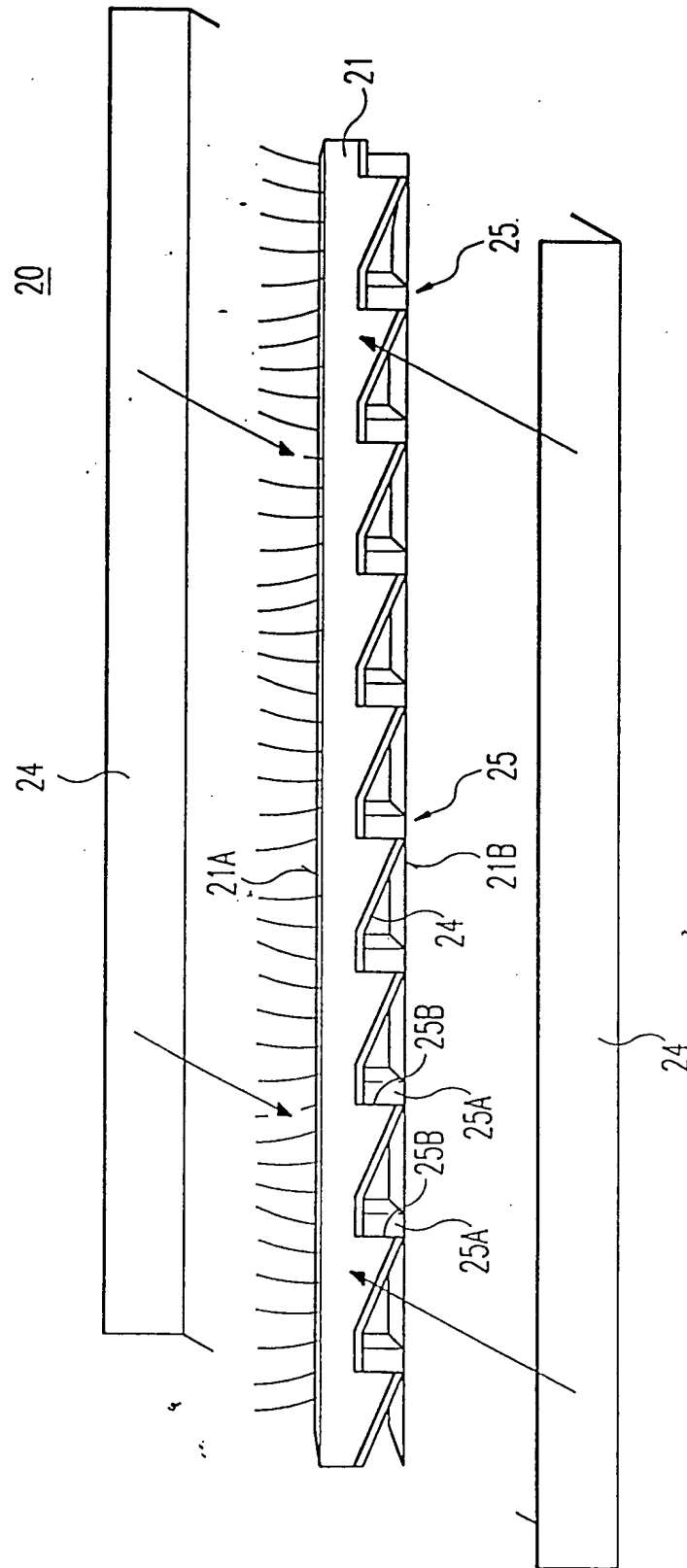


Fig. 3

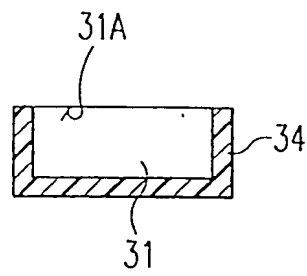
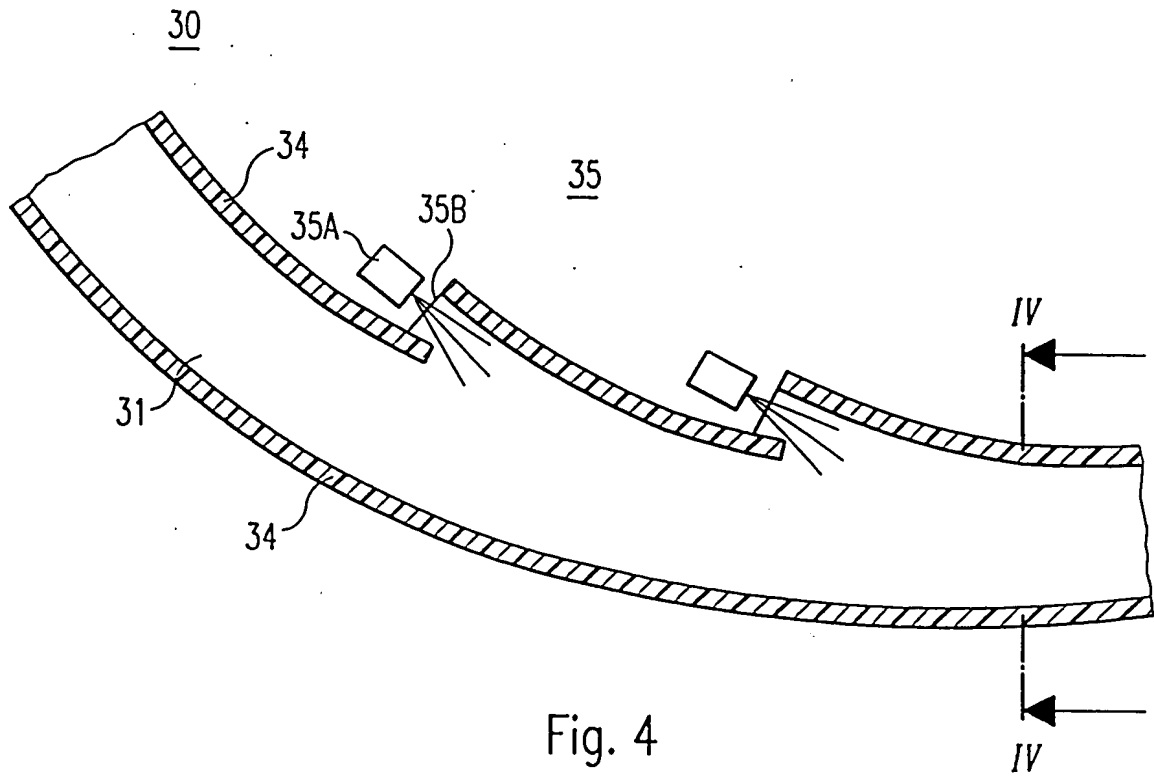


Fig. 4a

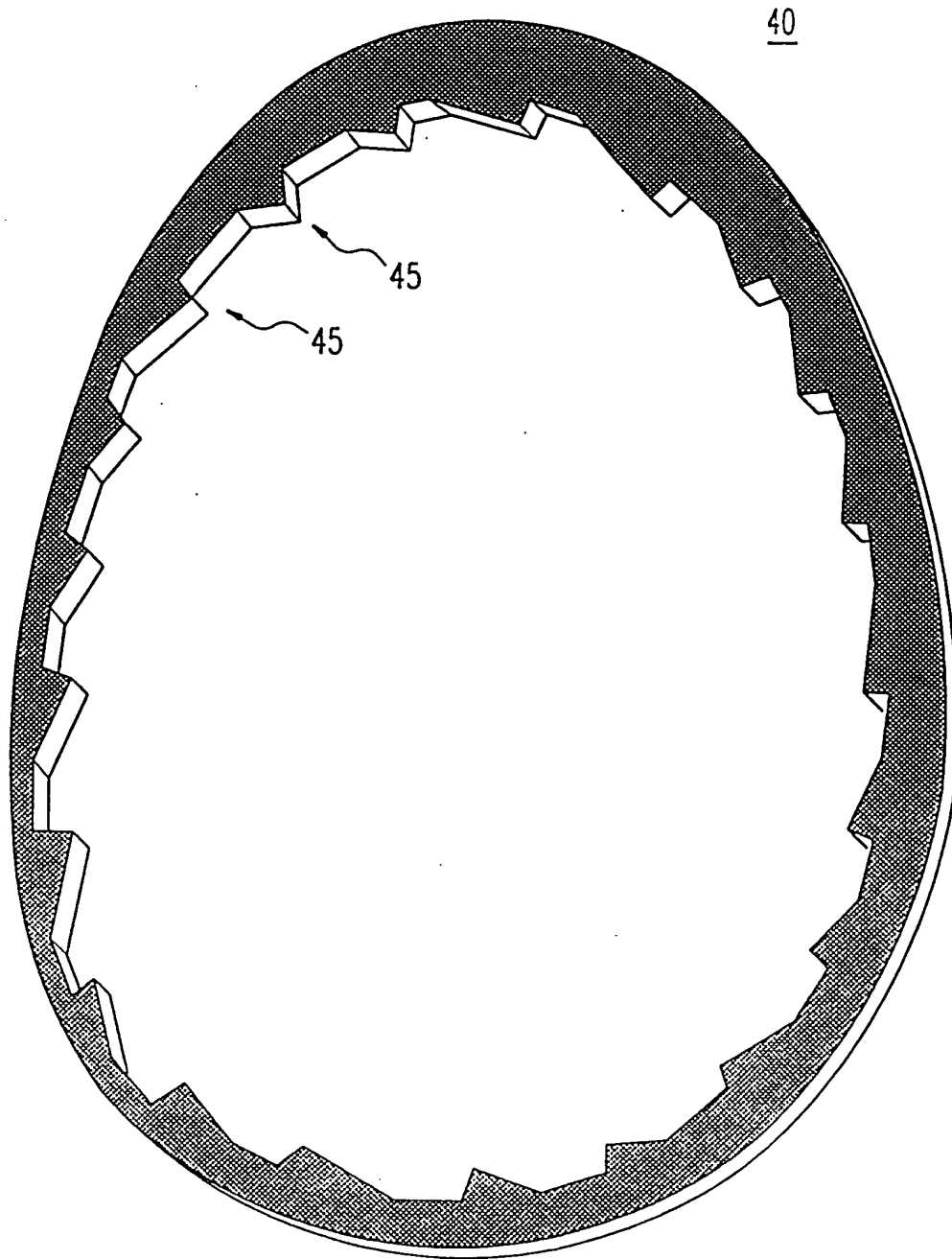
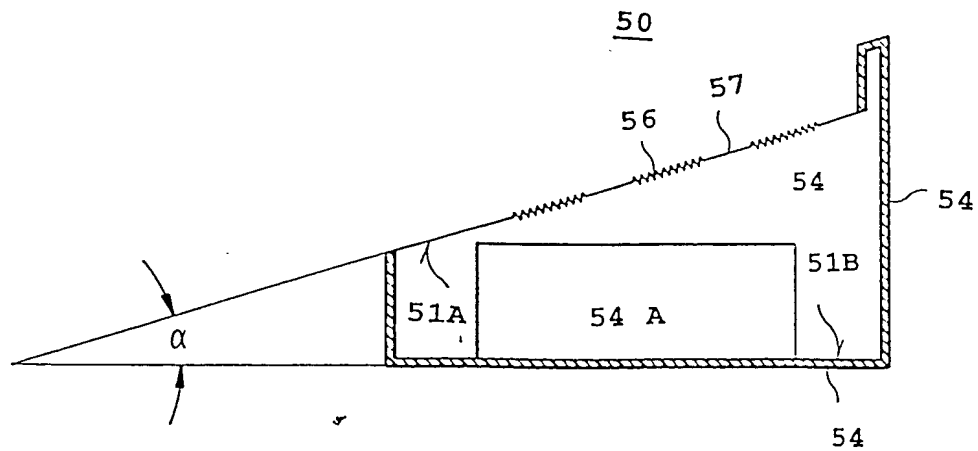
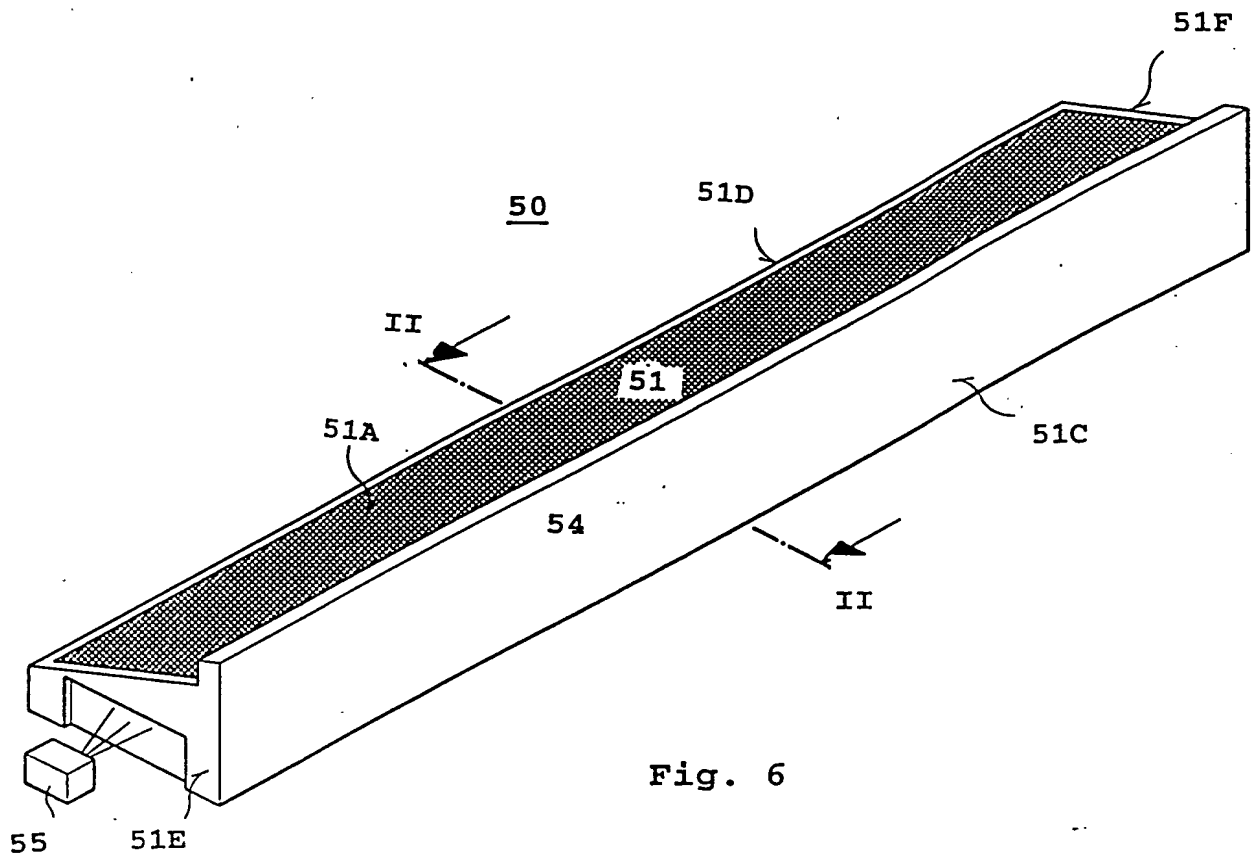


Fig. 5



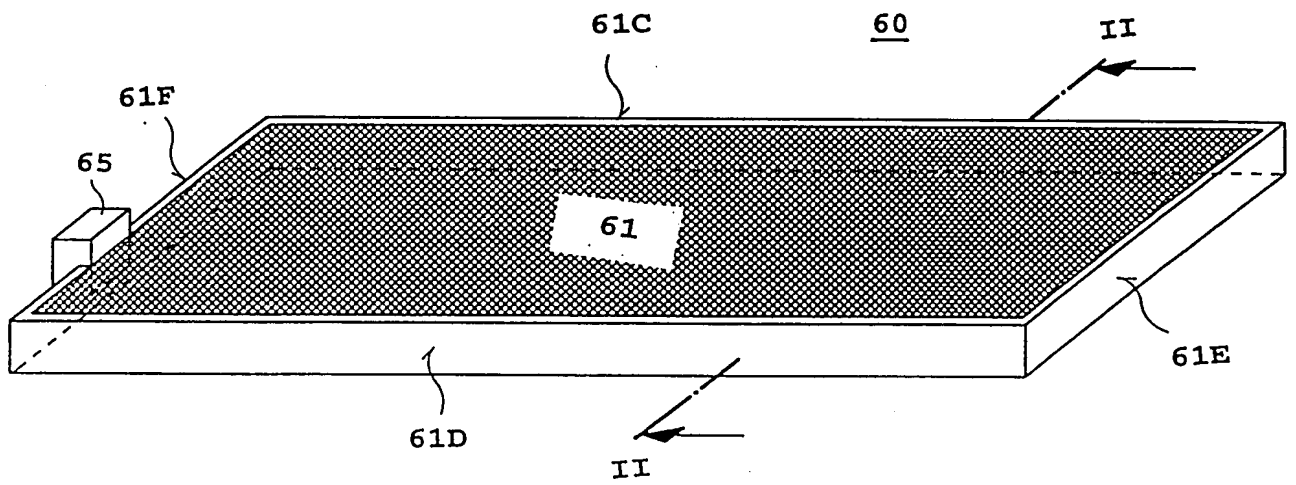


Fig. 8

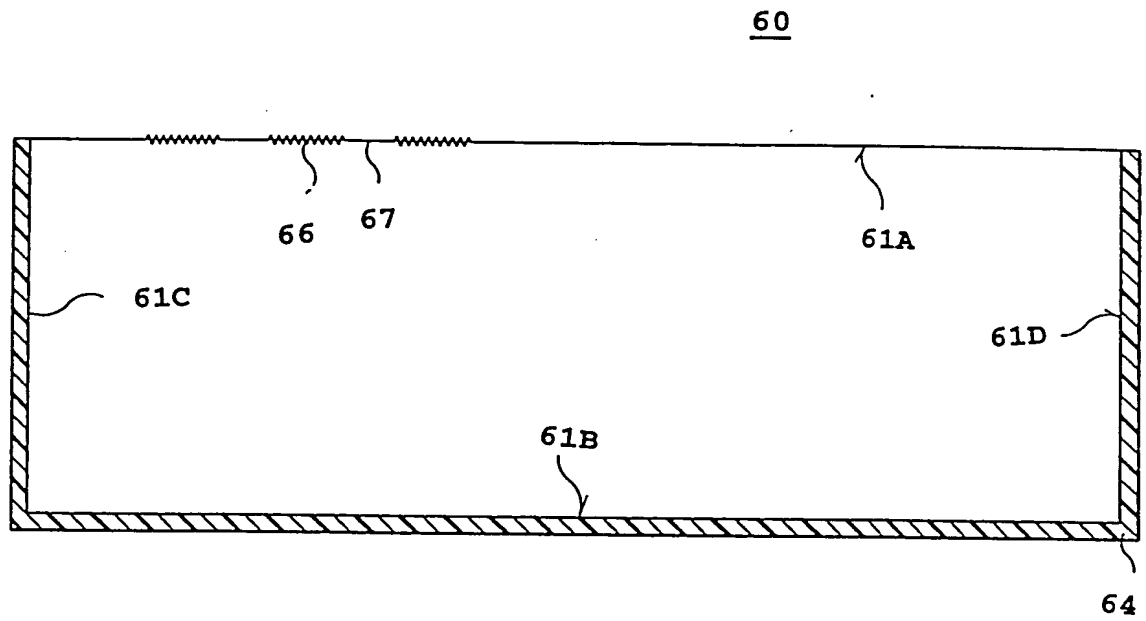


Fig. 9

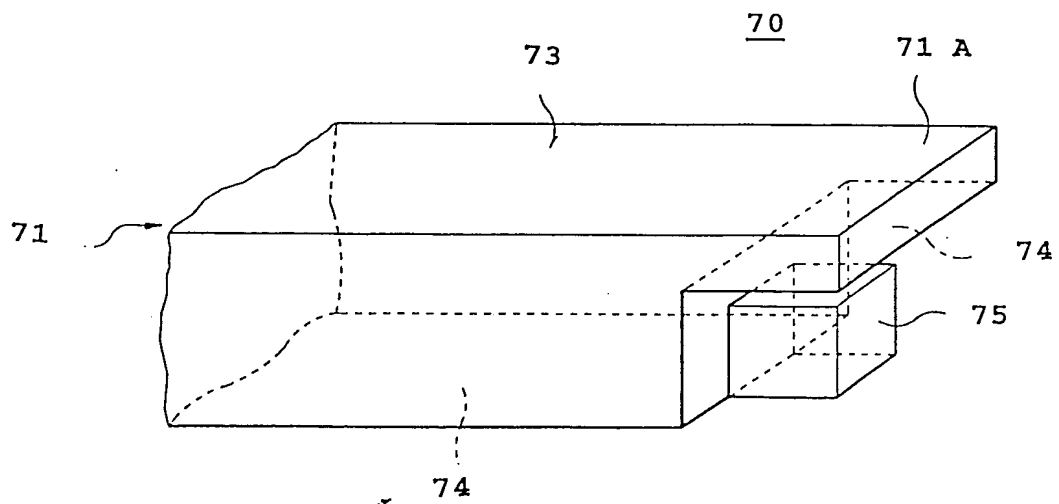


Fig. 10

Patentansprüche

1. Lichtquellenelement (10;30) mit einem Lichtwellenleiter (1;31), bei dem
 - 5 - eine Lichtaustrittsfläche (1A;31A) und mindestens eine Lichteintrittsfläche (5B;35B) vorgesehen ist,
 - die der Lichtaustrittsfläche (1A;31A) gegenüberliegende Oberfläche (1B;51B) und mindestens ein Teil der die Lichtaustrittsfläche (1A;31A) und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Seitenflächen (1C,1D) mit Licht reflektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektoren (4;34) bedeckt sind und
 - 10 - die Lichteintrittsfläche (5B;35B) von einem nicht mit einem Reflektor versehenen Teil der Seitenflächen (1C,1D) gebildet ist und in einem spitzen Winkel zu einer der Haupterstreckungsrichtungen des Lichtwellenleiters angeordnet ist.
2. Lichtquellenelement nach Anspruch 1, bei dem
 - 20 - an dem Lichtwellenleiter eine Lichteinkopplungseinheit (5;35) mit einem Öffnungsbereich (5B,35B) des jeweiligen Reflektors (4,34) vorgesehen ist, die eine vor dem Öffnungsbereich (5B) angeordnete Lichtquelle (5A,35A) derart aufweist, daß
 - 25 - die im Betrieb von der Lichtquelle (5A) emittierte Lichtstrahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenleiter (1,31) eindringt.
3. Lichtquellenelement nach Anspruch 2, bei dem
 - 30 - in mindestens einer Längsseitenfläche (1C,1D) oder der Oberfläche (1B) des Lichtwellenleiters (1,31) mindestens ein dreieckförmiger Vorsprung geformt ist,
 - dessen eine Seitenfläche von einem Reflektor (4,34) bedeckt ist und
 - 35 - dessen andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit den Öffnungsbereich (5B,35B) bildet.

4. Lichtquellenelement nach
- der Lichtwellenleiter (5)
daß die Lichtaustrittsfl.
liegende Oberfläche (51B)
5 nen von Null verschiedene

5. Lichtquellenelement nach
- die Lichtaustrittsfläche
überliegende Oberfläche d
10 ende Abschnitte (6;56;66)
aufweist,
- und das Flächenverhältnis
zu den lichtstreuenden Ab.
15 Lichtwellenleiter so eing
Bige Leuchtdichte des Licht

6. Lichtquellenelement nach
che, bei dem
- die Reflektoren (4;34) ein
20 sind.

7. Lichtquellenelement nach
che, bei dem
- das Material der Reflektoren
25 die Reflektoren (4,34) im

8. Lichtquellenelement nach
dem
- das Material der Reflektoren
30 schen Polyester, insbesondere
lenterephtalar geformt ist.

9. Lichtquellenelement nach
dem
35 - das Material der Reflektoren

10. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem

- die Reflektoren aus einer reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie (64,74) geformt sind.

5

11. Lichtquellenelement nach Anspruch 10, bei dem

- die Folie auf der Basis von Polycarbonat geformt ist.

12. Lichtquellenelement nach Anspruch 10 oder 11, bei dem

- 10
- gegebenenfalls eine oder mehrere Öffnungen in die Folie (64, 74) für den Durchtritt der Lichtstrahlung geformt sind.

13. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

15

- der Lichtwellenleiter (71) einen über eine Seitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche (73) fluchten- den Vorsprung (71A) aufweist,
- unter welchem die mindestens eine Lichtquelle (75) ange-

20

14. Lichtquellenelement nach Anspruch 13, bei dem

- die der Lichtquelle (75) zugewandte Fläche des Vorsprungs (71A) ebenfalls mit der Folie (74) bedeckt ist.

25

15. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei dem

- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.

30

16. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- es einen geschlossenen Ring bildet.

35

17. Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorher- gehenden Ansprüche, bei dem

- die mindestens eine Lichtquelle eine Halbleiter- Lichtemissionsdiode ist.

18. Flüssigkristall-Display mit einem Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- 5 - auf der Seite der Lichtaustrittsfläche ein Flüssigkristallelement angeordnet ist.
19. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 18, bei dem
- 10 - das Flüssigkristallelement durch Abstandshalter von der Lichtaustrittsfläche beabstandet gehalten ist.
20. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten
- 15 - Herstellen eines Lichtwellenleiters im Spritzgußverfahren, wobei
- eine dafür vorgesehene Form einer Spritzgußapparatur auf ihrer Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie ausgelegt wird,
- 20 - ein transparenter Kunststoff in den Hohlraum eingespritzt wird, und
- der Lichtwellenleiter nach dem Aushärten entnommen wird,
- 25 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem
- die Folie in der Form der Spritzgußapparatur an allen Seitenflächen ausgelegt wird und
- 30 - vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
22. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten
- 35 - Herstellen eines Lichtwellenleiters,

- Herstellen einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie, die eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche umfaßt, durch ein Tiefziehverfahren,
- Anbringen der Folie an dem Lichtwellenleiter,
- 5 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.

23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem

- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, bei dem

- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, bei dem

- die Folie Polycarbonat enthält.

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

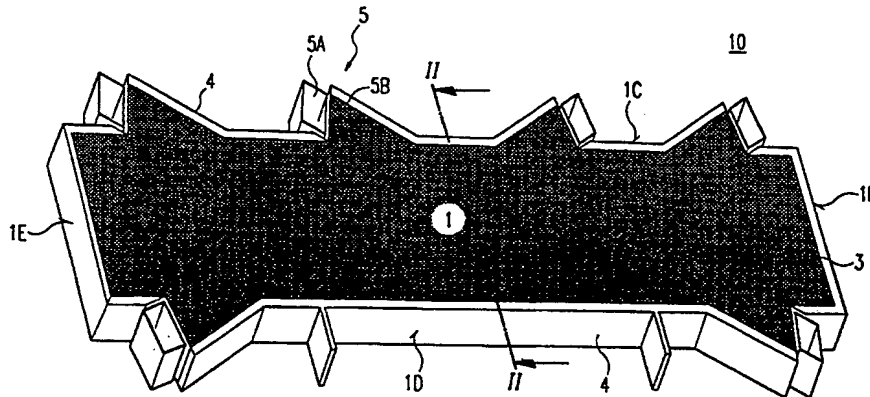


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F21V 8/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/39501
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. Juli 2000 (06.07.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/04125		(74) Anwalt: EPPING HERMANN & PETER GbR; Postfach 12 10 26, D-80034 München (DE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Dezember 1999 (29.12.99)		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 198 60 696.6 29. Dezember 1998 (29.12.98) DE 198 60 697.4 29. Dezember 1998 (29.12.98) DE 198 60 695.8 29. Dezember 1998 (29.12.98) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): OS- RAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, D-93049 Regensburg (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BACHL, Bernhard [DE/DE]; Vorlandweg 4, D-93055 Regensburg (DE). SCHELL- HORN, Franz [DE/DE]; Dr.-Johann-Maier-Strasse 14, D-93049 Regensburg (DE). KIRCHBERGER, Günter [DE/DE]; Waldstrasse 50, D-93161 Sinzing (DE). WAITL, Günter [DE/DE]; Praschweg 3, D-93049 Regensburg (DE). BRUNNER, Herbert [DE/DE]; Winklergasse 16, D-93047 Regensburg (DE).			

(54) Title: LIGHT SOURCE ELEMENT WITH LATERAL, ANGULAR LIGHT INJECTION

(54) Bezeichnung: LICHTQUELLENELEMENT MIT SEITLICHER SCHRÄGER LICHTEINKOPPLUNG



(57) Abstract

The invention relates to a light source element (10), which can be used for back-lighting liquid crystal displays and which comprises a slanted light exit surface (51A) and/or light entry surface (5B). The optical waveguide (1, 21, 31), on the surface thereof, is enclosed by reflectors (4, 24, 34) in which appropriate opening areas (5B, 25B, 35B) can be formed if needed. The invention makes an arrangement of a multitude of light sources (5, 25, 35, 45) and/or a direct viewing possible, thus attaining a corresponding increase in luminance. The invention also relates to a method for producing a light source element comprising an integrated reflector.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt ein Lichtquellenelement (10), welches zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann und welches eine schräggestellte Lichtaustrittsfläche (51A) und/oder Lichteintrittsfläche (5B) aufweist. An seinen Oberflächen ist der Lichtwellenleiter (1, 21, 31) von Reflektoren (4, 24, 34) umgeben, in die gegebenenfalls geeignete Öffnungsbereiche (5B, 25B, 35B) geformt sind. Die Erfindung ermöglicht die Anordnung einer Vielzahl von Lichtquellen (5, 25, 35, 45) und/oder eine direktere Betrachtung und somit eine entsprechende Steigerung der Leuchtdichte. Die Erfindung beschreibt ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements mit integriertem Reflektor.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Lichtquellenelement mit seitlicher schräger Lichteinkopplung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Lichtquellenelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays und zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung.
- 10 Bei der Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays besteht eine wichtige Aufgabe darin, die Flüssigkristall-Anzeige-
fläche mit einer möglichst homogenen monochromen oder polychro-
men Lichtstrahlung ausreichend hoher Leuchtdichte auszuleuch-
15 tierte Lichtstrahlung einerseits möglichst homogen auf die
Anzeige-
fläche verteilt werden, wobei andererseits die Verlu-
ste möglichst minimiert werden sollten.

- In der EP-A-0 500 960 ist ein flächiges Lichtquellenelement
20 beschrieben, welches zur Hinterleuchtung bei einem Flüssig-
kristall-Display eingesetzt werden soll. Bei diesem Licht-
quellenelement ist an einer Stirnseitenfläche als einer
Lichteinfallsfläche eines transparenten Lichtwellenleiters
eine Lichtquelle angeordnet. Eine zu der Lichteinfallsfläche
25 senkrechte Oberfläche des Lichtwellenleiters dient als eine
Lichtaustrittsfläche und auf der dieser Lichtaustrittsfläche
gegenüberliegenden Oberfläche des Lichtwellenleiters ist eine
lichtreflektierende Schicht angeordnet. Ferner ist ein Streu-
glied derart angeordnet, daß das aus der Lichtaustrittsfläche
30 austretende Licht diffus gestreut wird. Die Homogenisierung
der Lichtstrahlung über die Fläche des Lichtquellenelements
wird nun dadurch erreicht, daß eine oder beide Oberflächen
des Lichtwellenleiters aufgerauhte Abschnitte und ebene Ab-
schnitte aufweist und das Flächenverhältnis der aufgerauhten
35 zu den ebenen Abschnitten entlang dem Wellenleiter kontinu-
ierlich verändert wird. Die ebenen Abschnitte haben die Ei-
genschaft, daß Lichtstrahlen von ihnen aufgrund von Totalre-

flexion in den Wellenleiter zurückreflektiert werden, während an den aufgerauhten Abschnitten die Lichtstrahlen gestreut werden. Da an der Lichteintrittsseite des Lichtwellenleiters die Leuchtdichte zunächst relativ hoch ist, wird dort ein relativ hoher Anteil an ebenen Flächen eingestellt, so daß sich die Lichtwellen in diesem Bereich mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit durch mehrfache Totalreflexion in dem Wellenleiter fortbewegen werden. Dieser Flächenanteil an ebenen Abschnitten wird im Verlauf des Wellenleiters kontinuierlich zurückgeführt, so daß die Lichtstrahlung mehr und mehr an dem zunehmenden Anteil an aufgerauhten Flächen gestreut werden kann. Dadurch gelingt es, eine relativ gleichmäßige Ausgangsstrahlung an der Lichtaustrittsfläche des Lichtquellenelements zu erzeugen.

Bei der beschriebenen Anordnung muß die Lichtstrahlung an einer Stirnseite des Lichtquellenelements in den Lichtwellenleiter eingekoppelt werden. Bei Verwendung einer längs dieser Seite angeordneten Leuchtstoffröhre, die von einem metallischen Reflektor umgeben ist, läßt sich voraussichtlich in vielen Fällen eine ausreichende Leuchtdichte für die Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Display bereitstellen. Dennoch ist diese Anordnung relativ unflexibel, da aufgrund der Beschränkung hinsichtlich der verwendbaren Lichtquelle die Leuchtdichte nicht über ein bestimmtes Maß hinaus gesteigert werden kann. Außerdem ist die Anbringung der Lichtquelle an die seitliche Stirnfläche des Lichtquellenelements auch aus Platzgründen ungünstig, weil der hierfür benötigte Platz letztlich die Breite der Anzeigefläche des Flüssigkristall-Displays beschränkt.

Die beschriebene Anordnung ist beispielsweise für die Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Display im Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs geeignet. Wenn sich das Display relativ weit oben an dem Armaturenbrett befindet, ist die Anzeigefläche gut sichtbar. Wenn diese jedoch relativ weit unten an dem Armaturenbrett angeordnet ist, sieht der Fahrer oder Beifahrer

rer mit einem relativ großen Betrachtungswinkel auf die Anzeigefläche. Insbesondere bei Flüssigkristall-Displays mit ihrer großen Betrachtungswinkelabhängigkeit führt dies zu einer mangelhaften Erkennung der Anzeigefläche.

5

Bei der beschriebenen Anordnung wird als lichtreflektierende Schicht nach der Herstellung des Lichtwellenleiters eine Folie oder ein Film mit einer aufgedampften metallischen Schicht auf die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgebracht. Diese Vorgehensweise der Aufbringung der Folie erweist sich jedoch als relativ umständlich, da die Folie in der Regel auf die Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgeklebt werden muß. Zu diesem Zweck muß ein Kleber verwendet werden, der nach Möglichkeit für einen weiten Wellenlängenbereich des sichtbaren Spektralbereichs ausreichende Transparenz aufweisen sollte, da das Lichtquellenelement nicht nur für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays mit Weißlichtquellen sondern auch zur monochromen Hinterleuchtung mit LEDs beliebiger Wellenlänge verwendbar sein sollte.

20

Die in der EP-A-0 500 960 beschriebene Anordnung ist deshalb nur bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen für eine gute Beleuchtungssituation geeignet.

25

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Lichtquellenelement, insbesondere zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays, zu schaffen, mit welchem auch bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen eine verbesserte Leuchtdichte ermöglicht werden kann.

30

Weiterhin ist es auch bei den im Stand der Technik bekannten Lichtquellenelementen, die die Funktion der ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung haben, aufgrund der Art der Einkopplung der Lichtstrahlung an den Stirnseiten des Lichtwellenleiters ein Problem, die Leuchtdichte zu steigern. Somit ist es eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung,

35

ein Lichtquellenelement zur Umgebungsbeleuchtung zu schaffen, welches eine höhere Leuchtdichte und/oder eine größere Lichtaustrittsfläche aufweist.

- 5 Es ist weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements anzugeben, welches eine hohe Leuchtdichte des Lichtquellenelements ermöglicht.

10 Die oben geschilderten Probleme des Standes der Technik werden mit einem Lichtquellenelement gemäß Patentanspruch 1 und mit einem Verfahren gemäß Patentansprüchen 20 oder 22 gelöst.

Allen Ausprägungen eines ersten Ausführungstyps der vorliegenden Erfindung ist gemeinsam, daß die Lichtstrahlung nicht
15 mehr wie beim Stand der Technik an einer oder beiden Stirnflächen in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird, sondern an Oberflächen, die in Längsrichtung des Lichtquellenelements verlaufen, wobei die Lichtstrahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Da entlang dieser
20 Oberflächen mehr Platz für die Positionierung der Lichtquellen vorhanden ist, kann eine Mehrzahl von Lichtquellen vorgesehen werden. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, daß die Leuchtdichte eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements gesteigert werden kann.

25 Der Lichtwellenleiter ist in allen Ausführungsformen zumindest an der der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche und an den die Lichtaustrittsfläche und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Längsseitenflächen mit einem
30 Reflektor bedeckt, in den gegebenenfalls Öffnungsbereiche zur Anordnung von Lichteinkopplungseinheiten geformt sind.

Bei einem ersten Beispiel eines ersten Ausführungstyps eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements werden die Lichtquel-
35 len an den Längsseitenflächen des Lichtwellenleiters angeordnet. An den Längsseitenflächen kann eine Mehrzahl von Lichtquellen wie Lichtemissionsdioden oder dergleichen angeordnet

werden und damit die Leuchtdichte des Lichtquellenelements gesteigert werden.

Bei einem zweiten Beispiel eines ersten Ausführungstyps eines
5 erfindungsgemäßen Lichtquellenelements werden die Lichtquellen an der der Lichtaustrittsseite gegenüberliegenden Oberfläche des Lichtquellenelements angeordnet. Eine solche Ausführungsform dient z.B. als Lichtquellenelement für die Umgebungsbeleuchtung.

10

Derartige Lichtquellenelemente können z.B. flächig ausgebildet werden und somit in idealer Weise zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays eingesetzt werden.

15 Weiterhin können derartige Lichtquellenelemente zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung verwendet werden. Durch die Möglichkeit der Vielfacheinleuchtung wird die Dämpfung des Lichtwellenleiters praktisch ausgeschaltet, so daß Lichtwellenleiter beliebiger Länge ausgeleuchtet und für die Be-
20 leuchtung der Umgebung verwendet werden können.

Bei einem zweiten Ausführungstyp weist das erfindungsgemäße Lichtquellenelement einen Lichtwellenleiter mit einer Lichtaustrittsfläche auf, wobei die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters mit einem
25 Licht reflektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektor bedeckt ist, und wobei ferner die Lichtaustrittsfläche und die ihr gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters einen von Null verschiedenen Winkel bilden.

30

Mit einem derartigen Lichtquellenelement kann ein Lichtleitermodul hergestellt und im Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs montiert werden. Je nach der für das einzubauende Lichtleitermodul vorgesehenen Höhenposition wird bei der Herstellung der Schrägstellungswinkel der Lichtaustrittsfläche
35 derart eingestellt, daß Fahrer oder Beifahrer direkt auf die Anzeigefläche des Flüssigkristall-Display blicken.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Lösung der Aufgabe zeichnet sich in einer ersten Ausführungsform dadurch aus, daß die Aufbringung der reflektierenden Folie praktisch mit der Herstellung des Lichtwellenleiters kombiniert wird. Der Lichtwellenleiter wird nämlich durch Spritzgußtechnik hergestellt, indem ein transparenter Kunststoff in eine Form oder einen Hohlraum einer Spritzgußapparatur eingespritzt wird. Diese Form wird vorher an der Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit der Folie ausgelegt. Beim Aushärten nach dem Spritzgießen des Kunststoffs haftet die Folie an dem Lichtwellenleiter an.

In einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Folie durch ein Tiefziehverfahren hergestellt und anschließend an dem Lichtwellenleiter angebracht. Vorzugsweise wird dabei eine eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche aufweisende Folie in einstückiger Form hergestellt und der Lichtwellenleiter anschließend darin eingesetzt. Die einstückige Folie kann beispielsweise in der Form eines wannenförmigen Kanals hergestellt werden, in den der Lichtwellenleiter eingeschoben werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

Fig.1 ein erstes Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen flächigen Lichtquellenelements für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays;

Fig.2 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.1 entlang der Linie II-II.

Fig.3 ein zweites Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements für die Umgebungsbeleuchtung;

Fig.4 ein drittes Beispiel vom ersten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements; Fig.4a einen Querschnitt entlang einer Linie IV-IV in Fig.4;

5

Fig.5 eine spezielle Form des Ausführungsbeispiels der Fig.4.

Fig.6 einen zweiten Ausführungstyp eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays;

10

Fig.7 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.6 entlang der Linie II-II.

Fig.8 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

Fig.9 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.8 entlang der Linie II-II.

20

Fig.10 eine Teilansicht einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

In der Fig.1 ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 10 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann. In Fig.2 ist das Lichtquellenelement in einem Querschnitt entlang der Linie II-II in der Fig.1 zusammen mit einem Flüssigkristallelement dargestellt.

30

Das Kernstück des Lichtquellenelements 10 der Fig.1 ist ein flächiger Lichtwellenleiter 1, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Harz wie Acrylharz, Polycarbonatharz, oder auch aus Plexiglas oder PMMA geformt werden kann. Das in diesen Lichtwellenleiter 1 eingekoppelte Licht wird homogen über die rechteckige Fläche verteilt und einer (nicht dargestellten) Anzeigefläche eines

35

Flüssigkristall-Displays zugeführt. Zu diesem Zweck ist der Lichtwellenleiter 1 allseitig von Reflektoren 4 umgeben, durch welche die auftreffende Lichtstrahlung diffus zurückgeworfen wird.

5

Die Lichteinkopplung erfolgt über Lichteinkopplungseinheiten 5, die an den Längsseitenflächen 1C und 1D des Lichtquellenelements 10 angebracht sind, und die jeweils aus einem Öffnungsbereich 5B des jeweiligen Reflektors 4 und einer Lichtquelle 5A bestehen. Die Lichtquelle 5A ist beispielsweise eine Halbleiter-Lichtemissionsdiode (LED) für eine monochrome Hinterleuchtung, kann aber auch eine Weißlichtquelle wie eine Halogenleuchte oder dergleichen sein. In einer speziellen Ausführungsform kann eine UV-Strahlungsquelle verwendet werden, wobei dann die Ober- und Unterseiten des Lichtwellenleiters mit einem phosphoreszierenden Material beschichtet werden. Die Lichtquelle 5A ist derart angeordnet, daß die Lichtstrahlung in einem bestimmten schiefen Winkel zu einer Hauptachse des Lichtwellenleiters 1 in diesen eingestrahlt wird. Der Einstrahlwinkel kann dabei beliebig eingestellt werden.

Die Fig.1 zeigt eine Ausführungsform, bei der auf der Längsseitenfläche 1C vier Lichteinkopplungseinheiten und auf der gegenüberliegenden Längsseitenfläche 1D zwei Lichteinkopplungseinheiten an den Lichtwellenleiter 1 angebaut sind.

Das Ausführungsbeispiel der Fig.1 sieht vor, daß bei jeder Lichteinkopplungseinheit ein dreieckförmiger Vorsprung des Lichtwellenleiters 1 vorhanden ist. Eine Seitenfläche dieses Vorsprungs ist mit einem Reflektor 4 bedeckt, während die andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit den Öffnungsbereich 5B bildet.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig.1 sind in vorteilhafter Weise auch die Stirnflächen 1E und 1F mit Reflektoren bedeckt. damit kein Licht an den Stirnseiten ausgekoppelt wird.

Die Reflektoren 4 sind vorzugsweise einstückig geformt und durch Spritzguß aus Pocan® (thermisches Polyester auf der Basis von Polybutylenterephthalat) hergestellt. Dieses Material ist weiß und bildet einen idealen diffusen Reflektor. Es ist jedoch auch ebenso denkbar, als Reflektor ein Folienmaterial aufzubringen. Dieses kann z.B. eine Folie auf der Basis von Polycarbonat sein, die mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Um das Herstellungsverfahren noch weiter zu vereinfachen, könnte die Folie auch bereits während der Spritzgußformung des Lichtwellenleiters 10 aufgebracht werden, indem vor dem Spritzguß die Form der Spritzgußapparatur mit der Folie ausgelegt wird. Nach Aushärtung der Kunststoffmasse haftet die Folie an dem Wellenleiter an und kann zusammen mit diesem aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 1A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 1B des Lichtwellenleiters 1 oder auf beiden geformt sind.

In der Figur 2 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 1A des Lichtwellenleiters 1 geformte lichtstreuende Flächen 6 und ebene Flächen 7 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 7 zu den lichtstreuenden Flächen 6 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 1 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 1 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 6 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungsweise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine geringe Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Fläche vergleichsweise

intensiv geschmiegelt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 6 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 1 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.

10

In der Fig.2 ist zusätzlich ein Flüssigkristallelement 9 dargestellt, welches oberhalb der Lichtaustrittsfläche 1A des Lichtwellenleiters 1 angeordnet ist und von dieser mittels Abstandshaltern getrennt.

15

In der Fig.3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 20 in einer Explosionsdarstellung von der Seite dargestellt. Dieses stellt gleichzeitig die zweite Ausführungsform der Erfindung dar, bei der die Lichteinkopplung nicht über die Längsseitenflächen sondern über die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche erfolgt.

20

Wie im ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die der Lichtaustrittsfläche 21A gegenüberliegende Oberfläche 21B und die Längsseitenflächen eines Lichtwellenleiters 21 mit Reflektoren 24 bedeckt. Für diese Reflektoren gelten die Ausführungen für das erste Ausführungsbeispiel, d.h. vorzugsweise sind diese einstückig geformt, so daß durch sie praktisch ein wannenförmiger Kanal gebildet wird, in den der Lichtwellenleiter 21 eingesetzt wird. In der der Lichtaustrittsfläche 21A gegenüberliegenden Oberfläche 21B sind Öffnungsbereiche 25B geformt, in die der Lichtwellenleiter 21 mit dreieckförmigen Vorsprüngen eingreift. Vor diesen Öffnungsbereichen 25B sind wiederum Lichtquellen 25A derart angeordnet, daß sie in schiefem Winkel zu einer Haupt- oder Längsachse des Lichtwellenleiters 21 in diesen eingekoppelt wird. Die Öffnungsberei-

25

30

35

che 25B in der reflektierenden Schicht 24 und die jeweils zugehörigen Lichtquellen 25A bilden eine Mehrzahl von Lichteinkopplungseinheiten 25. Für die Anordnung dieser Lichteinkopplungseinheiten 25 steht nunmehr die gesamte, der Licht-

5 austrittsfläche 21A gegenüberliegende Oberfläche 21B zur Verfügung, so daß eine Vielzahl davon vorgesehen werden kann.

Auch bei dieser Ausführungsform können zur Homogenisierung der Lichtstrahlung lichtstreuende und ebene Flächen in einem

10 variablen Verhältnis auf der Lichtaustrittsfläche vorgesehen sein, wie dies im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschrieben wurde. Die Lichtquellen können LEDs oder polychrome Weißlichtquellen sein.

15 Das in Fig.3 gezeigte Ausführungsbeispiel kann beispielsweise als ein langgestrecktes Lichtquellenelement zur ambienten Umgebung verwendet werden. Insbesondere können mehrere der gezeigten Einheiten zur Herstellung einer beliebigen Länge hintereinander angeordnet werden.

20

Eine weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig.4 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel gehört zu der ersten Ausführungsform der Erfindung, da hier das Licht wiederum an den Längs-

25 Dargestellt ist ein Teil des Lichtquellenelements 30, das im Prinzip in beliebiger Länge geformt werden kann. Das Lichtquellenelement 30 kann beispielsweise zur ambienten Beleuchtung oder Umgebungsbeleuchtung eingesetzt werden.

30 In Fig.4A ist das Lichtquellenelement 30 im Querschnitt entlang der Linie IV-IV in Fig.4 dargestellt. Der Lichtwellenleiter 31 weist demnach eine Lichtaustrittsfläche 31A auf und ist an der gegenüberliegenden Oberfläche und den Längsseitenflächen mit Reflektoren 34 bedeckt. Für diese gelten diesel-

35 ben Aussagen wie für die vorgenannten Ausführungsbeispiele. Der Reflektor 34 ist entlang einer Längsseitenfläche in bestimmten Öffnungsbereichen 35B unterbrochen, vor welchen

Lichtquellen 35A derart angeordnet sind, daß die von ihnen emittierte Lichtstrahlung in einem schiefen Winkel zur Längsachse des Lichtwellenleiters 30 in diesen eindringt. Die Öffnungsbereiche 35B in dem Reflektor 34 und die davor angebrachten Lichtquellen 35A bilden Lichteinkopplungseinheiten 35. Die Lichtquellen 35 können - wie schon in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen - aus LEDs oder polychromen Weißlichtquellen gebildet werden.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der Reflektor 34 ein Stück weit von der in dem Öffnungsbereich 35B freiliegenden Oberfläche des Lichtwellenleiters 31 in diesen eindringt. Dadurch kann die Ausbildung von hellen Leuchterscheinungen ("hot spots") im Lichtwellenleiter 31 im Nahbereich der Lichtquelle 35 vermieden werden. Als weiterhin günstig für die Lichteinkopplung erweist sich im übrigen die abgerundete Form der für die Bildung der Öffnungsbereiche 35B schräg gestellten Reflektorflächen. Dies gilt auch für die Ausführungsform nach Fig.3.

Auch bei dieser Art von Lichtquellenelementen spielt die Lichtdämpfung praktisch keine Rolle mehr und es können Lichtquellenelemente beliebiger Form und Länge geformt werden.

In Fig.5 ist ein spezielles Ausführungsbeispiel des in Fig.4 gezeigten Lichtquellenelements dargestellt. Dieses weist eine geschlossene Form auf, wobei an seiner inneren Umfangsfläche eine Mehrzahl von hintereinander angeordneten Lichteinkopplungseinheiten 45 vorgesehen sind (die Lichtquellen sind nicht dargestellt). Die Struktur und der Aufbau des Lichtwellenleiters 40 sind wie in Fig.4 dargestellt. Die spezielle Form des geschlossenen Rings kann beliebig gewählt werden.

In der Fig.6 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 50 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays in dem Armaturenbrett eines Kraftfahrzeug verwendet werden kann.

In Fig.7 ist das Lichtquellenelement in einem Querschnitt entlang der Linie II-II in der Fig.6 dargestellt.

Das Kernstück des Lichtquellenelements 50 der Fig.6 ist ein
5 flächiger Lichtwellenleiter 51, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Harz wie Acrylharz, Polycarbonatharz, oder auch aus Plexiglas oder PMMA (Polymethylmethacrylat) geformt werden kann. Das in diesen Lichtwellenleiter 51 von einer Lichtquelle 55 wie einer
10 Halbleiter-Lichtemissionsdiode eingekoppelte Licht wird homogen über die Lichtaustrittsfläche 51A verteilt und einem in einem geringen Abstand oberhalb der Lichtaustrittsfläche 51A mittels Abstandshaltern montierten (nicht dargestellten) flächigen Flüssigkristallelement zugeführt. Zu diesem Zweck ist
15 der Lichtwellenleiter 51 allseitig von Reflektoren 54 umgeben, durch welche die auftreffende Lichtstrahlung diffus zurückgeworfen wird.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig.6 sind in vorteilhafter
20 Weise auch die Stirnflächen zum Teil mit Reflektoren 54 bedeckt. In diese sind Öffnungen 54A für den Durchtritt der von den Lichtquellen 55 emittierten Lichtstrahlung geformt. Es kann aber auch ebenso vorgesehen sein, daß die Stirnflächen von vornherein nicht von Reflektoren 54 bedeckt sind.

25 Der Lichtwellenleiter 51 weist eine derartige Form auf, daß die Ebene der Lichtaustrittsfläche 51A mit der Ebene der ihr gegenüberliegenden Oberfläche 51B einen Winkel α bildet. Wenn daher das Lichtleitermodul in der dargestellten Form an
30 einer ebenen Rückwand, beispielsweise in dem Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs montiert wird, ist die Lichtaustrittsfläche 51A und somit auch das vor der Lichtaustrittsfläche 51A montierte Flüssigkristallelement schräggestellt und einem Betrachter zugewandt. Somit wird erreicht, daß der Betrachter
35 bei einem an einer unteren Position eines Armaturenbretts angebrachten Flüssigkristall-Display annähernd senkrecht auf

die Anzeigefläche blickt, so daß die bei den konventionellen Lichtleitermodulen auftretenden Sichtmängel vermieden werden.

Die Reflektoren 54 sind vorzugsweise einstückig geformt und
5 beispielsweise durch Spritzguß aus Pocan® (thermisches Polyester auf der Basis von Polybutylenterephthalat) hergestellt. Dieses Material ist weiß und bildet einen idealen diffusen Reflektor. Es ist jedoch auch ebenso denkbar, als Reflektor ein Folienmaterial aufzubringen. Dieses kann z.B. eine Folie
10 auf der Basis von Polycarbonat sein, die mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Um das Herstellungsverfahren noch weiter zu vereinfachen, könnte die Folie auch bereits während der Spritzgußformung des Lichtwellenleiters 50 aufgebracht werden, indem vor dem Spritzguß die Form der Spritz-
15 gußapparatur mit der Folie ausgelegt wird. Nach Aushärtung der Kunststoffmasse haftet die Folie an dem Wellenleiter an und kann zusammen mit diesem aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

20 Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 51A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 51B des Lichtwellenleiters
25 51 oder auf beiden geformt sind.

In der Figur 7 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 51A des Lichtwellenleiters 51 geformte lichtstreuende Flächen 56 und ebene Flächen 57 angedeutet. Das
30 Flächenverhältnis der ebenen Flächen 57 zu den lichtstreuenden Flächen 56 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 51 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 51 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt
35 wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 56 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungs-

weise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine geringe Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Fläche vergleichsweise intensiv geschmirgelt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 56 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 51 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.

Es kann auch vorgesehen sein, daß an beiden Stirnflächen Lichtquellen angeordnet sind, von denen Licht in den Lichtwellenleiter 51 eingekoppelt wird.

In der Fig.8 ist eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Lichtquellenelements 60 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann.

Das Kernstück des Lichtquellenelements 60 ist ein flächiger, quaderförmiger Lichtwellenleiter 61, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Gießharz wie Acrylharz oder Polycarbonatharz geformt werden kann. Falls das Lichtquellenelement nach der ersten Ausführungsform der Erfindung hergestellt werden soll, muß das Material ein spritzgußfähiges Material sein.

Das in diesen Lichtwellenleiter 61 eingekoppelte Licht wird homogen über die rechteckige Fläche verteilt und einer (nicht dargestellten) Anzeigefläche eines Flüssigkristall-Displays zugeführt. An der der Lichtaustrittsfläche 61A gegenüberliegenden Oberfläche 61B sowie an den Seitenflächen 61C und 61D ist eine Folie 64 aufgebracht, durch die die auftreffende

Lichtstrahlung in den Lichtwellenleiter 61 diffus zurückreflektiert wird. Die Lichteinkopplung erfolgt durch mindestens eine Lichtquelle 65, die vor mindestens einer der Stirnseitenflächen 61E oder 61F des Lichtquellenelements 60 angeordnet sind. Die Lichtquelle 65 ist beispielsweise eine Halbleiter-Lichtemissionsdiode (LED) für eine monochrome Hinterleuchtung des Flüssigkristall-Display. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von miniaturisierten LEDs, die in SMT-Technik (surface mounted technique) montiert werden können und beispielsweise unter den Marken SIDELED® und MiniSIDELED® bekannt geworden sind. Durch die Verwendung einer derartigen Lichtquelle mit einem sehr flachen Lichtwellenleiter kann ein sehr flaches Lichtquellenelement (Lichtleitermodul) hergestellt werden. Als Lichtquelle kann aber im Prinzip auch eine Weißlichtquelle wie eine Halogenleuchte oder dergleichen verwendet werden.

In der weiteren Ausführungsform wird der Lichtwellenleiter 61 im Spritzguß hergestellt, wobei die Anbringung der Folie 64 gleichzeitig erfolgt. Dazu wird eine Spritzgußapparatur verwendet, welche eine Form enthält, die der gewünschten Form des Lichtwellenleiters 61 entspricht, also im Ausführungsbeispiel die Form eines flachen Quaders aufweist. Diese Form, also im wesentlichen die Bodenfläche und die Längsseitenflächen wird vor dem Spritzguß mit der Folie 64 ausgelegt. Dabei kann die Folie beispielsweise als endloser Folienstreifen durch die Spritzgußapparatur gezogen und durch Unterdruck in die Form angesaugt werden. Beim Schließen der Apparatur wird die Folie abgetrennt. Dann wird der Spritzguß mit dem Kunststoffmaterial durchgeführt. Nach dem Aushärten der Kunststoffmasse in der Gußform haftet die Folie 64 an dem Lichtwellenleiter 1 und dieser kann aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

Gewünschtenfalls kann die Folie 64 an allen Seitenflächen der Gußform ausgelegt werden. In jedem Fall muß dafür gesorgt werden, daß an den Stellen, an denen Lichtquellen 65 angeord-

net werden sollen, entweder keine Folie vorgesehen ist oder in eine vorhandene Folie Öffnungen von ausreichender Größe in die Folie 64 geformt werden, durch die die Lichtstrahlung der Lichtquellen 65 in den Lichtwellenleiter 61 eintreten kann.

5

Gemäß eines zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird die Folie 64 in einem Tiefziehverfahren hergestellt. Vorzugsweise wird die Folie 64 mit der Bodenfläche und den Seitenflächen einstückig hergestellt. Die Folie kann dann z.B. als ein wannenförmiger Kanal vorliegen, in den der Lichtwellenleiter 61 eingeschoben werden kann.

10

Die Folie kann im wesentlichen aus einem Polycarbonat bestehen, welches mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Sie kann auch aus einem Mehrschichtenaufbau aus einer Polycarbonatschicht, einer Aluminiumschicht und der weißen Farbschicht bestehen.

15

Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeigeführt, die auf der Lichtaustrittsfläche 61A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 61B des Lichtwellenleiters 61 oder auf beiden geformt sind. In der Figur 9 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 61A des Lichtwellenleiters 61 geformte lichtstreuende Flächen 66 und ebene Flächen 67 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 67 zu den lichtstreuenden Flächen 66 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 61 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 61 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 66 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungsweise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an denen eine geringe Leuchtdichte vor-

20

25

30

35

handen ist, wird die Fläche vergleichsweise intensiv geschmirgelt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 66 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 61 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.

Zur Herstellung eines Flüssigkristall-Displays wird ein Flüssigkristallelement oberhalb der Lichtaustrittsfläche 61A mittels Abstandshaltern an das Lichtquellenelement befestigt.

In der Fig.10 ist eine Teilansicht eines anderen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 70 perspektivisch dargestellt.

Dieses enthält einen Lichtwellenleiter 71, der an einem Ende einen über die Stirnseitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche 73 fluchtenden Vorsprung 71A aufweist. Unterhalb des Vorsprungs 71A ist eine Lichtquelle 75 angeordnet, so daß durch den Vorsprung 71A der Raum oberhalb der Lichtquelle 75 zusätzlich genutzt wird. Somit wird die Fläche des Lichtquellenelements 70 und somit die nutzbare Anzeigefläche des Flüssigkristall-Display vergrößert. Zusätzlich zu der Bodenfläche und den Seitenflächen wird die der Lichtquelle 75 zugewandte Fläche des Vorsprungs 71A ebenfalls mit der Folie 74 bedeckt. Dadurch können unerwünschte Lichterscheinungen wie z.B. sogenannte "hot spots", wie sie häufig in dem Bereich des Lichtwellenleiters unmittelbar oberhalb der Lichtquelle auftreten, vermieden werden.

Zur Herstellung eines Lichtquellenelements 70 wie in Fig.10 muß für die weitere Ausführungsform die Gußform der Spritzgußapparatur eine entsprechende komplementäre Form aufweisen.

Für die andere Ausführungsform muß ein entsprechendes Tiefziehverfahren zur Herstellung der Folie 74 angewandt werden.

Patentansprüche

1. Lichtquellenelement (10;50), mit
- einem Lichtwellenleiter (1;51), der
 - 5 - eine Lichtaustrittsfläche (1A;51A) aufweist und bei dem
 - die der Lichtaustrittsfläche (1A;51A) gegenüberliegende Oberfläche (1B;51B) und mindestens ein Teil der die Lichtaustrittsfläche und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Seitenflächen (1C, 1D; 51C, 51D) des Lichtwellenleiters (1;51) mit Licht reflektierenden oder diffus zurückwerfenden Reflektoren (4;54) bedeckt sind, sowie mit
 - 10 - mindestens einer an einer Lichteintrittsfläche (5B) des Lichtwellenleiters (1;51) angeordneten Lichteinkopplungseinheit (5, 25, 35, 45; 55; 65),
- 15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lichteintrittsfläche (5B; 54A) und/oder die Lichtaustrittsfläche (1A, 51A) des Lichtwellenleiters in einem spitzen Winkel zu einer der Hauptrichtungen des Lichtwellenleiters angeordnet ist.
- 20
2. Lichtquellenelement nach Anspruch 1,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- die Lichteinkopplungseinheit einen Öffnungsbereich (5B, 25B, 35B) des jeweiligen Reflektors (4, 24, 34) und eine
 - 25 - vor dem Öffnungsbereich (5B) angeordnete Lichtquelle (5A, 25A, 35A) derart aufweist, daß
 - die im Betrieb von der Lichtquelle (5A) emittierte Lichtstrahlung mit einem schiefen Winkel in den Lichtwellenleiter (1, 21, 31) eindringt.
- 30
3. Lichtquellenelement nach Anspruch 2,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- in mindestens einer Längsseitenfläche (1C, 1D) oder der Oberfläche (1B) des Lichtwellenleiters (1, 21, 31) mindestens ein dreieckförmiger Vorsprung geformt ist,
 - 35 - dessen eine Seitenfläche von einem Reflektor (4, 24, 34) bedeckt ist und

- dessen andere Seitenfläche nach außen freiliegt und somit den Öffnungsbereich (5B, 25B, 35B) bildet.

4. Lichtquellenelement nach Anspruch 1,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- der Lichtwellenleiter (51) eine derartige Form aufweist, daß die Lichtaustrittsfläche (51A) und die ihr gegenüberliegende Oberfläche (51B) des Lichtwellenleiters (51) einen von Null verschiedenen Winkel (α) bilden.

10

5. Lichtquellenelement nach Anspruch 2 oder 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die Lichtaustrittsfläche (1A;51) und/oder die ihr gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters lichtstreuende Abschnitte (6;56) und ebene Abschnitte (7;57) aufweist,

15

- und das Flächenverhältnis der ebenen Abschnitte (7;57) zu den Abschnitten (6;56) entlang dem Lichtwellenleiter so eingestellt wird, daß eine gleichmäßige Leuchtdichte des Lichtquellenelements (50) erzielt wird.

20

6. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- 25 - die Reflektoren (4;54) einstückig miteinander verbunden sind.

7. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- das Material der Reflektoren (4, 24, 34) spritzgußfähig ist und die Reflektoren (4, 24, 34) im Spritzguß hergestellt sind.

35 8. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- das Material der Reflektoren (4) aus einem thermoplastischen Polyester, insbesondere auf der Basis von Polybutylenterephthalar geformt ist.
- 5 9. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
- das Material der Reflektoren (4, 24, 34) Pocan® ist.
- 10 10. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Reflektoren aus einer reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie (64, 74) geformt sind.
- 15 11. Lichtquellenelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Folie auf der Basis von Polycarbonat geformt ist.
- 20 12. Lichtquellenelement nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß
- gegebenenfalls eine oder mehrere Öffnungen in die Folie (64, 74) für den Durchtritt der Lichtstrahlung geformt sind.
- 25 13. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
- der Lichtwellenleiter (71) einen über eine Seitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche (73) fluchten- den Vorsprung (71A) aufweist,
 - 30 - unter welchem die mindestens eine Lichtquelle (75) angeordnet ist.
14. Lichtquellenelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- 35 - die der Lichtquelle (75) zugewandte Fläche des Vorsprungs (71A) ebenfalls mit der Folie (74) bedeckt ist.

15. Lichtquellenelement nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
- 5 16. Lichtquellenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- es einen geschlossenen Ring bildet.
- 10 17. Lichtquellenelement nach einem oder mehreren der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die mindestens eine Lichtquelle eine Halbleiter-
Lichtemissionsdiode ist.
- 15 18. Flüssigkristall-Display mit einem Lichtquellenelement
nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- auf der Seite der Lichtaustrittsfläche ein Flüssigkristal-
20 lelement angeordnet ist.
19. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
- das Flüssigkristallelement durch Abstandshalter von der
25 Lichtaustrittsfläche beabstandet gehalten ist.
20. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit
den Verfahrensschritten
- Herstellen eines Lichtwellenleiters im Spritzgußverfahren,
30 wobei
 - eine dafür vorgesehene Form einer Spritzgußapparatur
auf ihrer Bodenfläche und mindestens einem Teil der Sei-
tenflächen mit einer Licht reflektierenden oder diffus
rückstreuenden Folie ausgelegt wird,
 - 35 - ein transparenter Kunststoff in den Hohlraum einge-
spritzt wird, und

- der Lichtwellenleiter nach dem Aushärten entnommen wird,
 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
- 5
21. Verfahren nach Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie in der Form der Spritzgußapparatur an allen Seitenflächen ausgelegt wird und
- 10 - vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
22. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit
- 15 den Verfahrensschritten
- Herstellen eines Lichtwellenleiters,
 - Herstellen einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie, die eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche umfaßt, durch ein Tiefziehverfahren,
- 20 - Anbringen der Folie an dem Lichtwellenleiter,
- Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.
23. Verfahren nach Anspruch 22,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.
- 30 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24,
- 35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- die Folie Polycarbonat enthält.

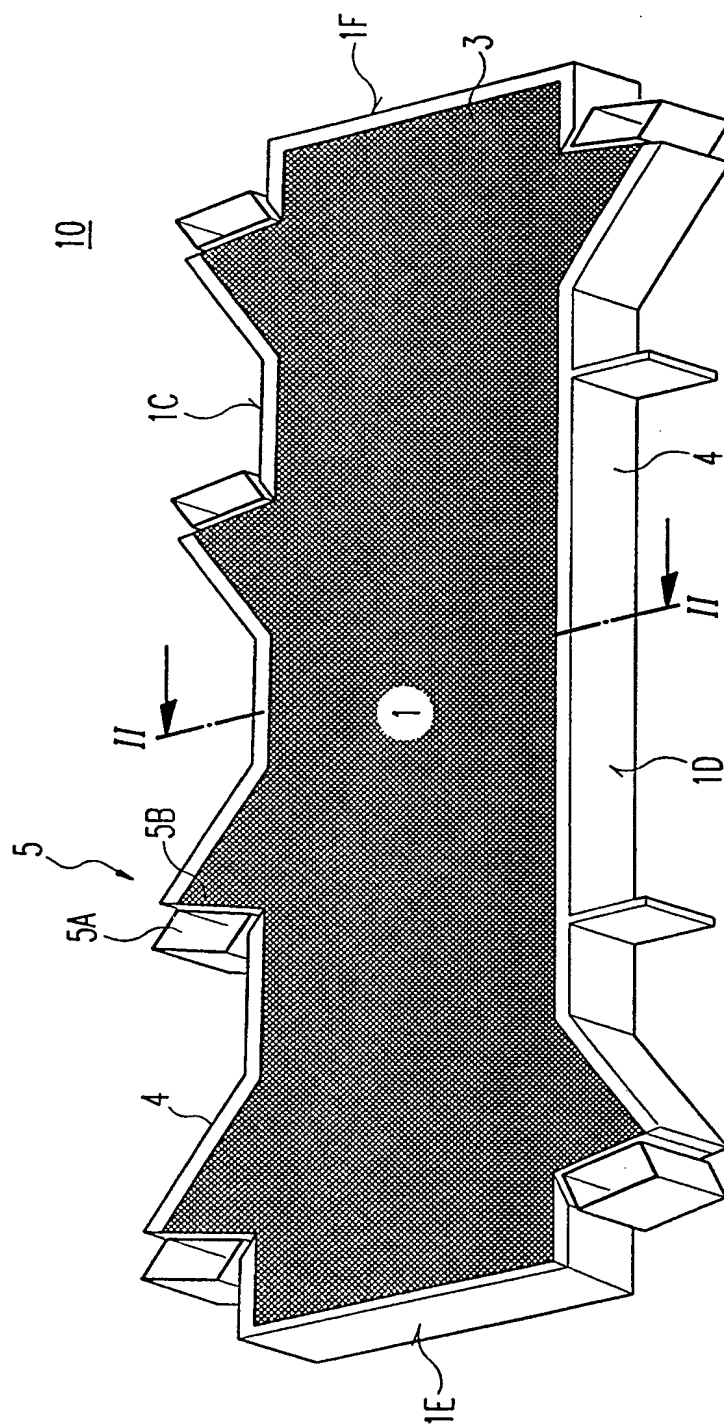


Fig. 1

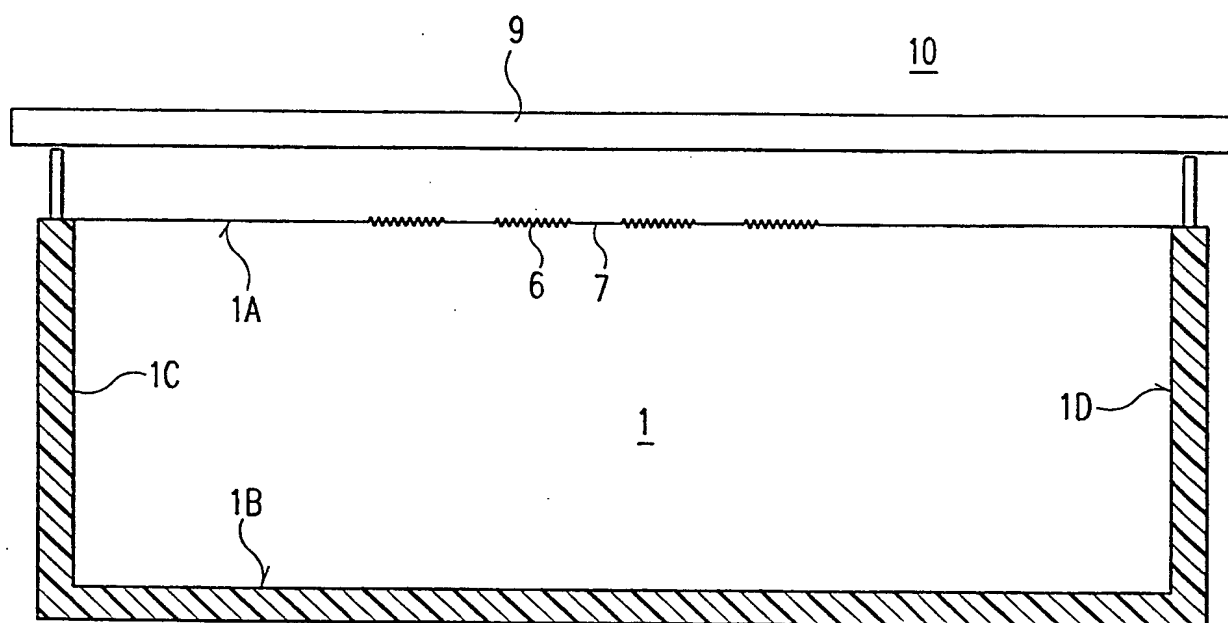


Fig. 2

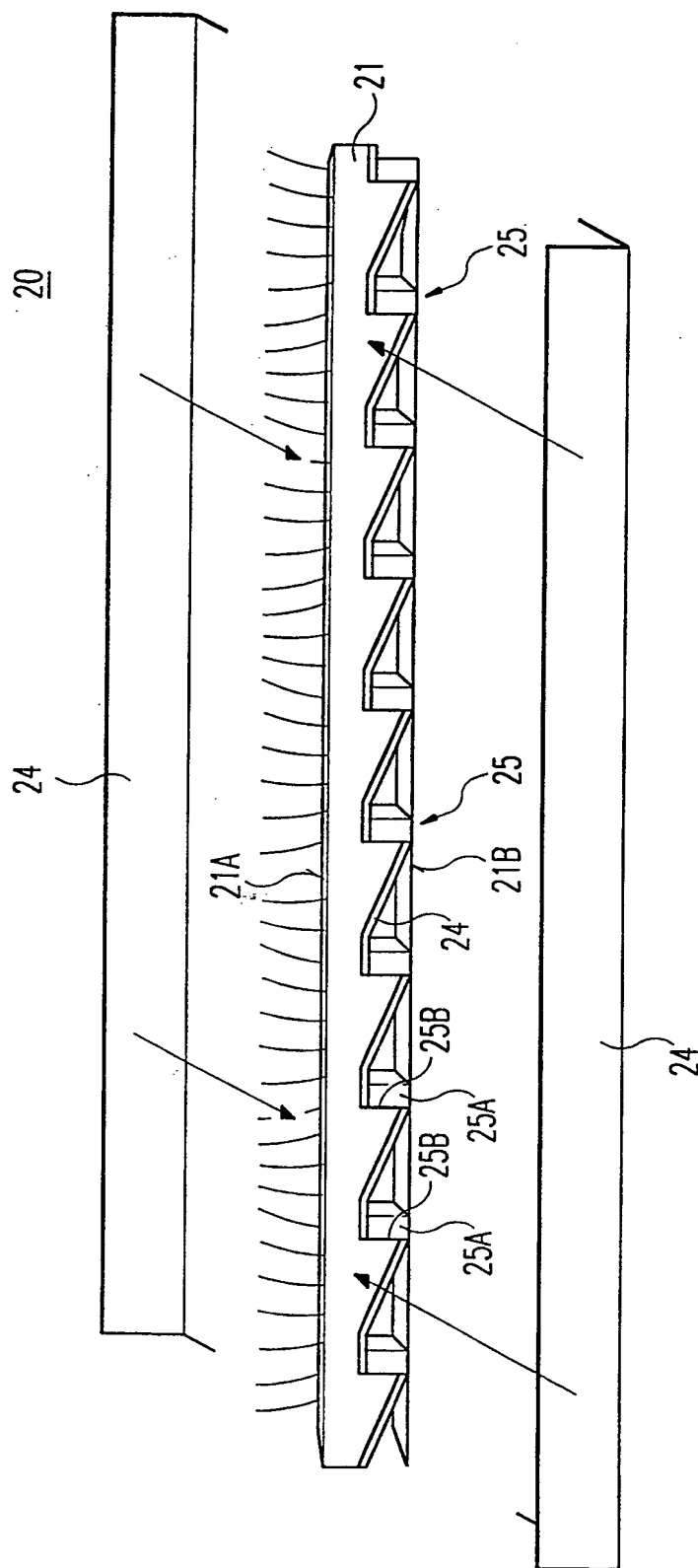


Fig. 3

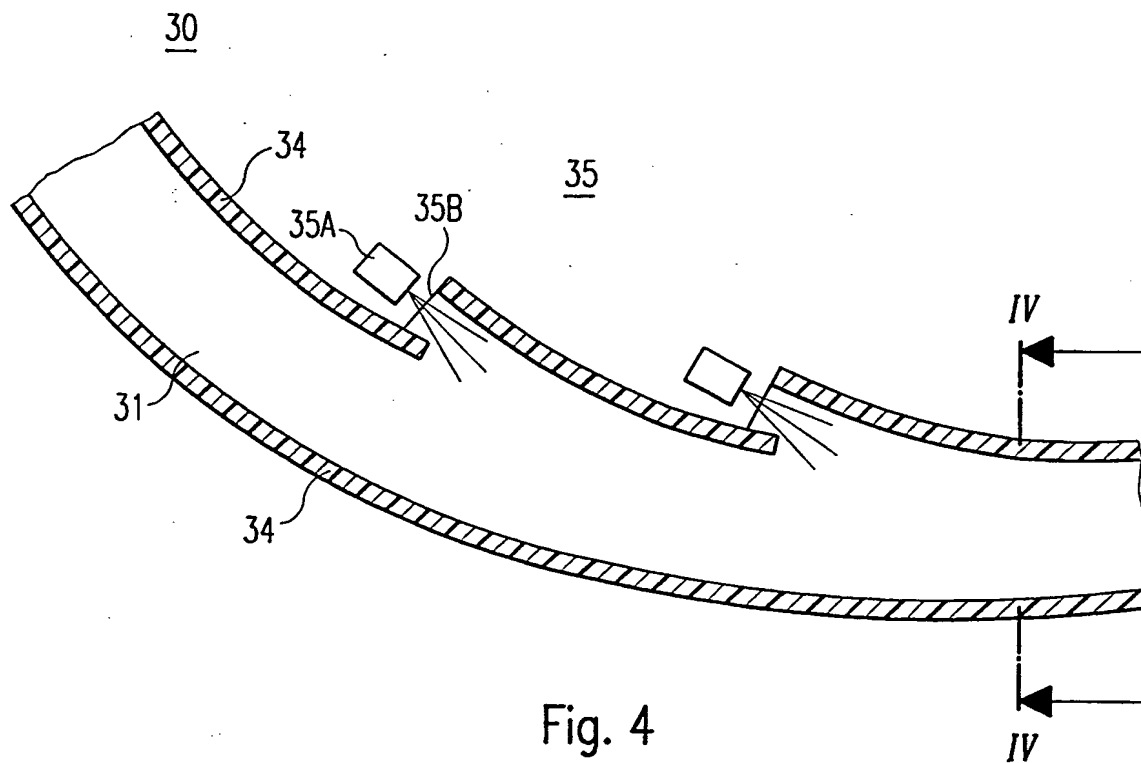


Fig. 4

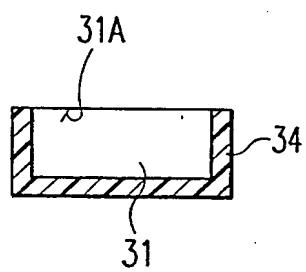


Fig. 4a

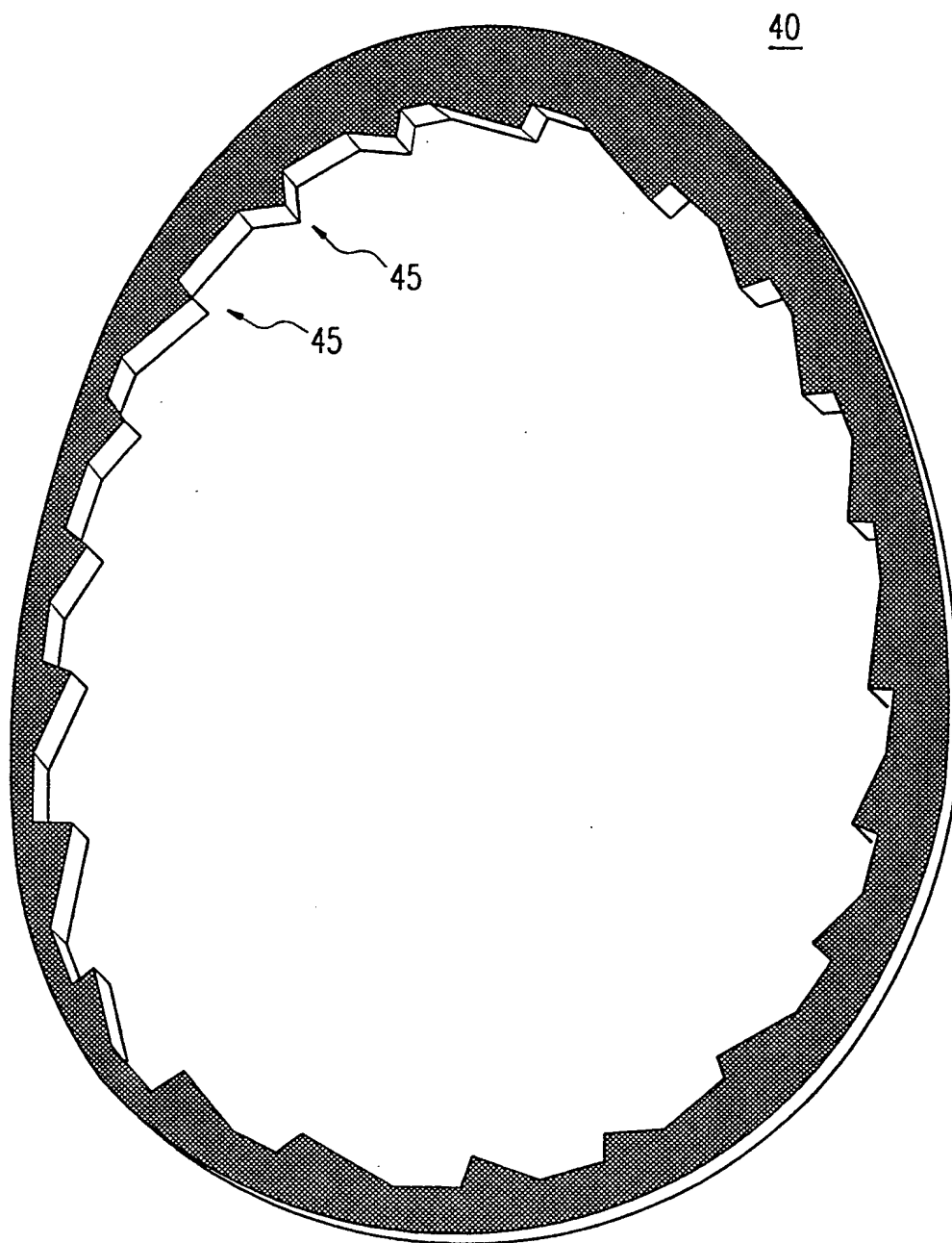
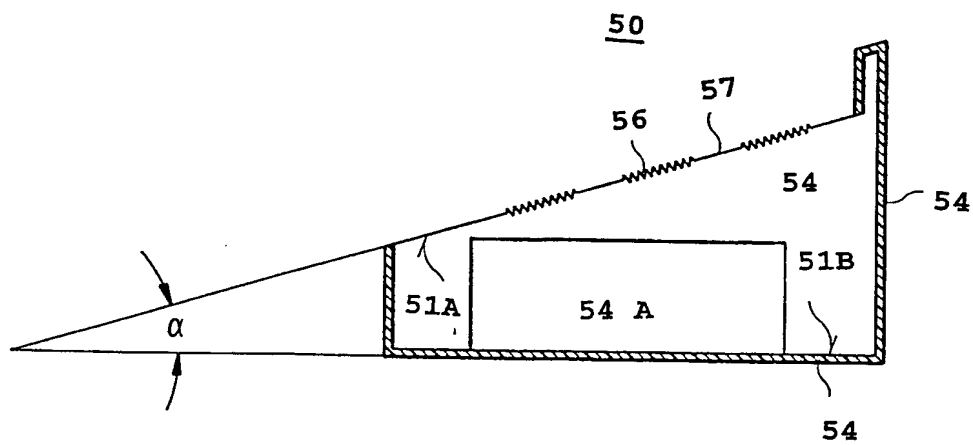
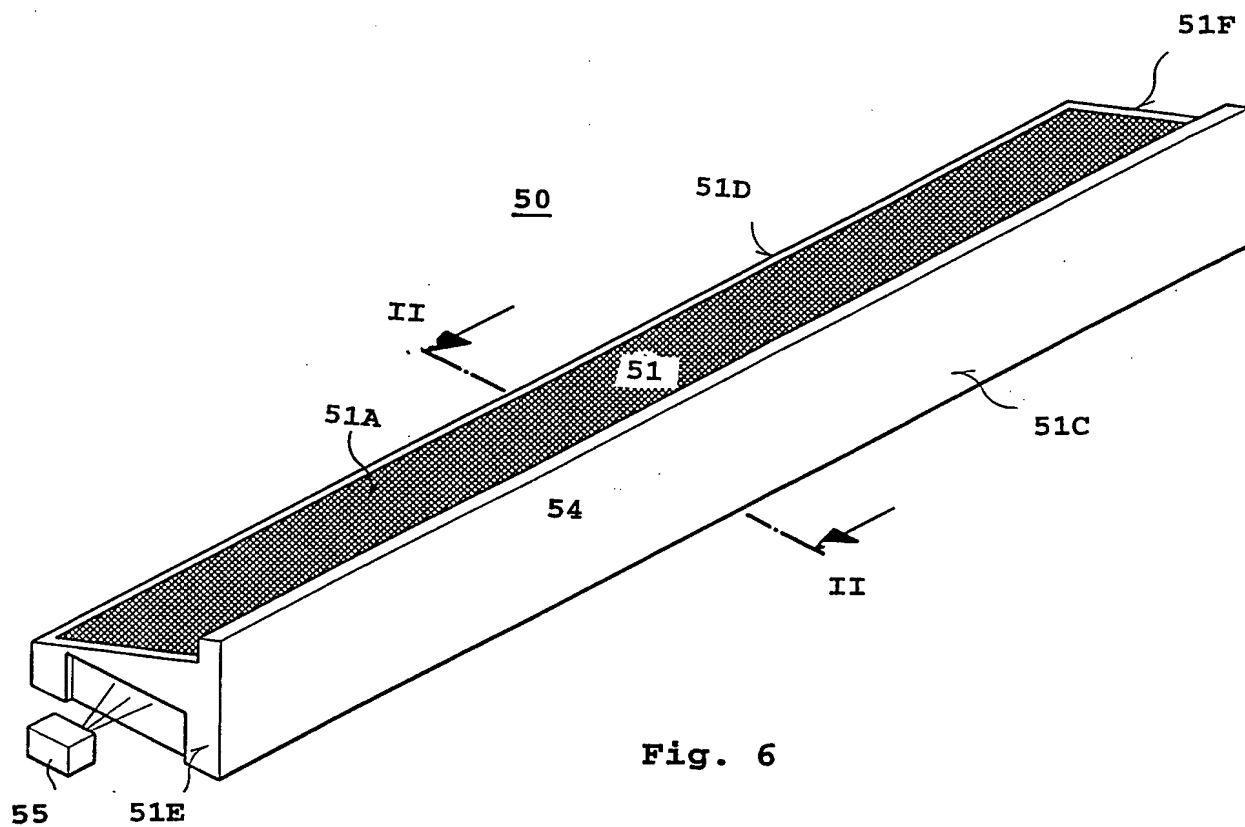


Fig. 5



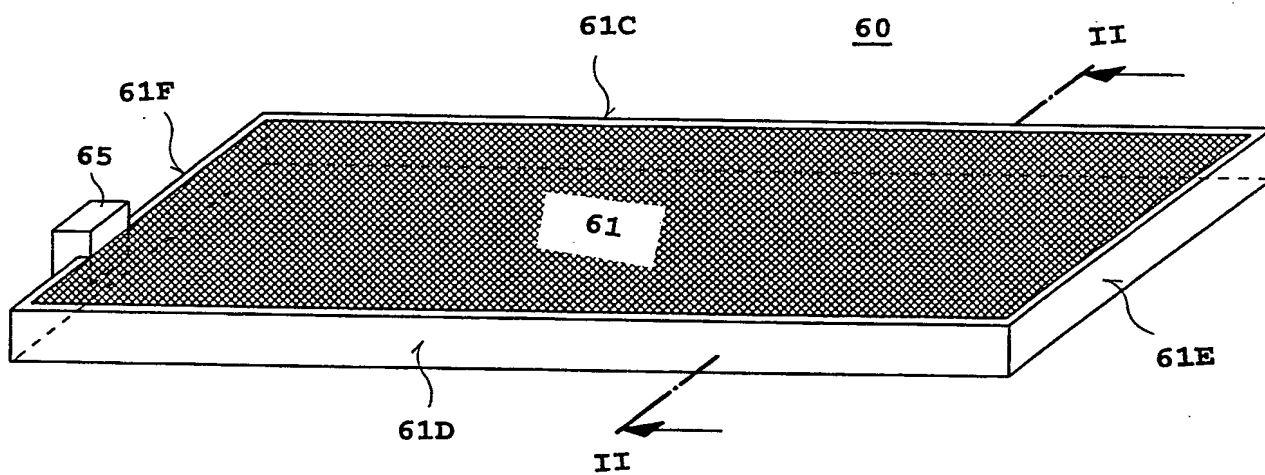


Fig. 8

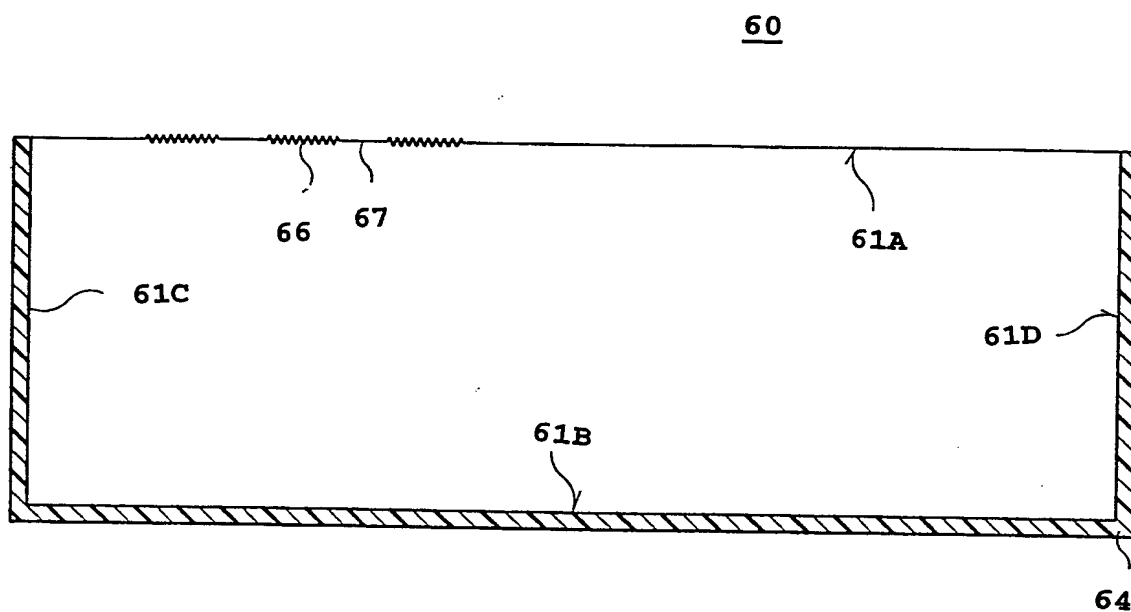


Fig. 9

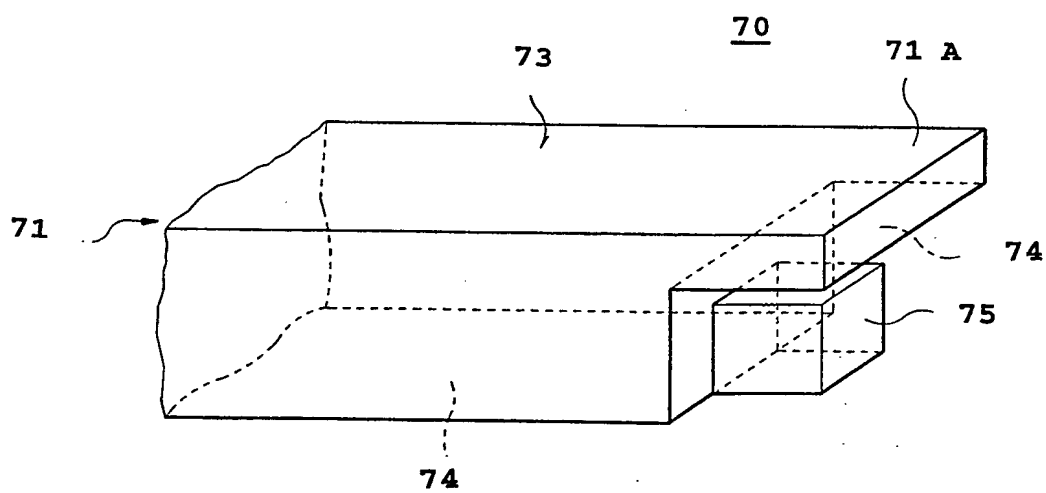


Fig. 10

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1998 P 6012P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 99/ 04125	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/12/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29/12/1998
Anmelder OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO.OHG		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/04125

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F21V8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F21V G02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 039 207 A (GREEN BERNARD J) 13. August 1991 (1991-08-13) das ganze Dokument	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) & JP 08 248420 A (CASIO COMPUT CO LTD), 27. September 1996 (1996-09-27) Zusammenfassung -& JP 08 248420 A Abbildungen 1,2,9,11	1-5,13, 17,18, 20,22
A	US 5 339 179 A (RUDISILL CHARLES A ET AL) 16. August 1994 (1994-08-16) das ganze Dokument	1-19

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abchlusses der internationalen Recherche

15. Mai 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 MV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Manntz, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/04125

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 500 960 A (MITSUBISHI RAYON CO) 2. September 1992 (1992-09-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-25



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/04125

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5039207 A	13-08-1991	AT 101286 T	15-02-1994
		CA 1311123 A	08-12-1992
		DE 68912837 D	17-03-1994
		DE 68912837 T	18-08-1994
		EP 0351108 A	17-01-1990
		ES 2048289 T	16-03-1994
		JP 2055326 A	23-02-1990
		JP 2511148 B	26-06-1996
JP 08248420 A	27-09-1996	KEINE	
US 5339179 A	16-08-1994	BR 9303492 A	05-04-1994
		EP 0590511 A	06-04-1994
		JP 6194653 A	15-07-1994
EP 0500960 A	02-09-1992	CA 2068422 A	13-03-1992
		DE 69115678 D	01-02-1996
		DE 69115678 T	18-07-1996
		WO 9204648 A	19-03-1992
		JP 2710465 B	10-02-1998
		KR 141088 B	17-08-1998
		US 5550676 A	27-08-1996

